

# **Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)**

International application number: PCT/EP04/014640

International filing date: 22 December 2004 (22.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE

Number: 10 2004 056 743.3

Filing date: 24 November 2004 (24.11.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 07 April 2005 (07.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 10 2004 056 743.3

Anmelddatum: 24. November 2004

Anmelder/Inhaber: Pepperl + Fuchs GmbH, 68307 Mannheim/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur berührungslosen Detektion von flächigen Objekten

IPC: G 01 B, B 65 H

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 2. Februar 2005  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
im Auftrag

Hoß

# Weber & Heim

Deutsche Patentanwälte  
European Patent Attorneys  
European Trademark Attorneys

Irmgardstrasse 3  
D-81479 München  
Tel. +49-(0)89 799047  
Fax +49-(0)89 7915256  
mail@weber-heim.de

Verfahren und Vorrichtung zur berührungslosen Detektion von flächigen Objekten.

Die Erfindung betrifft Verfahren zur berührungslosen Detektion von flächigen Objekten gemäß Oberbegriff des Anspruches 1 und 6 sowie Vorrichtungen gemäß Oberbegriff des Anspruches 47 und 51.

Verfahren und Vorrichtungen dieser Art werden z.B. in der Druckindustrie eingesetzt, um bei Papier, Folien oder ähnlichen flächigen Materialien im Druck- und Fertigungsvorgang festzustellen, ob ein Einfachbogen oder Mehrfachbögen bzw. ein Fehlbogen vorliegt. Üblicherweise ist das Erfordernis beim Druckvorgang einen Einfachbogen vorliegen zu haben, während bei der Feststellung eines Mehrfachbogens, z.B. eines Doppelbogens eine Aussonderung eines derartigen Doppelbogens zum Schutz der Druckmaschine normalerweise erforderlich ist. In analoger Weise wird auch bei der Feststellung, dass kein Einfachbogen vorliegt, sozusagen ein "Fehlbogen" vorhanden ist, der normale Druckvorgang abgeändert oder unterbrochen bis wieder ein Einfachbogen detektiert wird.

Im vergleichbarer Weise werden diese Verfahren und Vorrichtungen auch in der Verpackungsindustrie eingesetzt, in der beispielsweise auf Grund- oder Trägermaterial aufgebrachte Etiketten gezählt oder auf Vorhandensein oder Nichtvorhandensein geprüft werden. Ein weiterer Einsatzbereich ist das Erkennen von Aufreißfäden oder Abrissstellen, insbesondere bei dünnen, als Umhüllung benutzten Folien, wie z.B. Zigarettenpackungen.

Aber auch metallkaschierte Papiere, flächige Kunststoffbögen oder Folien und Bleche lassen sich mittels derartiger Verfahren und Vorrichtungen berührungslos in Fertigungsvorgängen detektieren.

Das bei einem gattungsgemäßen Verfahren und einer Vorrichtung eingesetzte Messprinzip bei Verwendung von z.B. Ultraschall und der Detektion von Papiern in flächiger Bogenform, beruht darauf, dass die vom Sender emittierte Ultraschallwelle, das Papier durchdringt und der transmittierte Anteil der Ultraschallwelle vom Empfänger als Messsignal empfangen wird und bezüglich seiner Amplitude ausgewertet wird. Beim Vorliegen eines Mehrfach- bzw. Doppelbogens stellt sich daher im Empfänger eine wesentlich kleinere Amplitude ein, als beim Vorliegen eines Einfachbogens.

Die nachfolgende Auswertung des empfangenen Messsignals erfolgte bisher in der Praxis mit näherungsweise linear arbeitenden Verstärkern oder ähnlich ausgelegten Verstärkungsschaltungen und nachgeschalteten Filtern. Durch den dabei vorliegenden relativ geringen Dynamikbereich, insbesondere von linearen Verstärkern, waren dicke Papiere, Kartonagen oder gar Wellpappe oftmals schwierig oder nicht zu detektieren. Zudem war das Flatterverhalten, das insbesondere bei sehr dünnen Papiern bzw. Folien oftmals auftritt, wobei hierunter eine Bewegung des dünnen, flexiblen Bogens während der Detektion zwischen Sender und Empfänger in Richtung der Bogennormalen verstanden wird, nur unzureichend mit derartigen Verstärkern zu beherrschen. Ein vergleichbares Verhalten offenbaren stark inhomogene Materialien.

Im Hinblick auf eine bessere Beherrschung der vorausgehend genannten Probleme, speziell bei stark unterschiedlicher materialspezifischer Dämpfung des transmittierten Signals, wobei im Weiteren in Anlehnung an die Praxis diesbezüglich nur noch von Flächengewichten und Grammaturen gesprochen wird, wurde ein Einlernverfahren bzw. ein Teach-in-Schritt durchgeführt. Hierbei wird vor Beginn des eigentlichen Detektionsverfahrens das

zu detektierende flächige Objekt, wie z.B. ein Papierbogen, im Hinblick auf seine Grammatur bzw. seine Schallabsorptionscharakteristik erfasst und der Auswerteeinrichtung im Sinne eines Einlernens eingegeben.

Ein erheblicher Nachteil besteht darin, dass bei anderen flächigen Objekten mit unterschiedlicher Grammatur erneut ein entsprechender Teach-in-Schritt durchgeführt und eingelernt werden muss, was einerseits aufwändig ist und andererseits üblicherweise zu erheblichen Stillstandszeiten bei den entsprechenden Anlagen führt.

Im Hinblick auf die Materialspezifikationen zu Papieren wird auf die vorliegenden Normen hingewiesen, wozu exemplarisch auf DIN-Taschenbuch 118 (Ausgabe 2003-06), DIN-Taschenbuch 213 (Ausgabe 2002-12), DIN-Taschenbuch 274 (Ausgabe 2003-06), DIN-Taschenbuch 275 (Ausgabe 1996-08), oder bezüglich Wellpappe auf DIN 55468-1 verwiesen sei.

Aus der DE 200 18 193 U1 bzw. EP 1 201 582 A ist eine Vorrichtung zur Detektion von Einfachbögen oder Mehrfachbögen bekannt. Zur Detektion dieser Bögen weist diese bekannte Vorrichtung wenigstens einen kapazitiven Sensor und wenigstens einen Ultraschallsensor auf. Hierbei ist eine Auswerteeinheit zur Ableitung eines Signals für die Feststellung des Einfach- bzw. Mehrfachbogens vorgesehen. Dieses Signal wird aus einer logischen Verknüpfung der Ausgangssignale der Sensoren abgeleitet, wobei das zutreffende Detektionssignal in einer Abgleichphase festgelegt wird.

Eine andere Vorrichtung ist als kapazitiver Sensor aus der DE 195 21 129 C1 bekannt. Diese primär auf die berührungslose Detektion von Etiketten auf einem Trägermaterial abzielende Vorrichtung arbeitet mit zwei Kondensatorelementen und einem diese beeinflussenden Oszillatator. Die dielektrischen Eigenschaften des Papiers bzw. von anderen flächigen Objekten beeinflussen daher den Schwingkreis des Oszillators hinsichtlich der Frequenz, welche zur Detektion ausgewertet wird.

Nachteilig hierbei ist jedoch, dass relativ dünne Papiere nur schwer oder gar nicht detektiert werden können, ebenso wie me-

tallkaschierte Papiere. Auch sehr dünne Folien sind aufgrund ihrer geringen Dicke und der teils nur wenig von eins verschiedenen Dielektrizitätskonstante nur schwer zu detektieren.

Weitere Detektionsverfahren mit Ultraschall-Näherungsschaltern sind z.B. in der EP 0 997 747 A2 bzw. EP 0 981 202 B1 beschrieben. Bei diesen tastenden Sensoren erfolgt ein automatischer Frequenzabgleich, in dem nach dem Aussenden eines Ultraschallimpulses und anschließender Reflektion an dem zu detektierenden Objekt, die optimale Sendefrequenz in Abhängigkeit von der Höhe der empfangenen Ultraschall-Echoamplitude ausgewertet wird.

Eine andere Vorrichtung der Eingangs genannten Art ist aus der DE 203 12 388 U1 bekannt. Diese mit Ultraschall arbeitende Vorrichtung ermittelt über die Transmission und Reflektion der Strahlung die Anwesenheit und Stärke der entsprechenden Objekte. Allerdings verwendet diese Vorrichtung auch Referenzreflektoren, so dass ein relativ aufwändiger Aufbau der Vorrichtung vorliegt.

Weiterhin ist aus der DE 297 22 715 U1 eine induktiv arbeitende Vorrichtung zur Messung der Dicke von Blechen bekannt, welche aus Nichteisenmetallen oder Eisenmetallen bestehen können. Die Messung der Dicke der Bleche erfolgt hierbei über die Auswertung der Arbeitsfrequenz eines Frequenzgenerators bzw. über die Auswertung seiner Amplitude. Zur Einstellung dieser Vorrichtung bedarf es zunächst eines Teach-in-Schrittes, bei dem ein Eichblech in den Messraum eingeführt wird und die Arbeitsfrequenz bzw. die Amplitude des Frequenzgenerators entsprechend einer Standard-Dickenkurve eingestellt wird.

Mittels dieser Vorrichtung kann zwar eine Unterscheidung zwischen Einfach-, Fehl- und Mehrfach-Blechen durchgeführt werden, wobei hierzu jedoch unterschiedliche Standard-Dickenkurven gespeichert und zu dieser Entscheidung ausgewertet werden müssen. Zudem eignet sich diese Vorrichtung zu einer Detektion von Blechdicken bis zu ca. 6 mm. Die Detektion dünner Bleche oder Folien ist aufgrund der geringen Änderung der Dämpfung nicht sehr sicher.

In der DE 44 03 011 C1 wird eine Vorrichtung zur Vereinzelung von unmagnetischen Blechen beschrieben. Hierzu ist vorgesehen, dass ein Wanderfeldinduktor bei Vorliegen eines Doppelbleches eine entgegengesetzt zur Förderrichtung des Blechpaketes vorgesehene Kraft ausübt, so dass das vorliegende Doppelblech in zwei Bleche vereinzelt wird. Für nichtmetallische flächige Objekte oder Folien ist diese Vorrichtung vollkommen ungeeignet.

Die DE 42 33 855 C2 beschreibt ein Verfahren zur Kontrolle und zum Erkennen von Inhomogenitäten bei Bögen. Dieses Verfahren arbeitet optisch und auf der Grundlage einer Transmissionsmessung. Allerdings besteht insbesondere bei der Kontrolle von Papierbögen im Hinblick auf Einfach- und Mehrfachbögen das Problem, dass aufgrund der Materialbeschaffenheit der Bögen sehr starke Schwankungen aufgrund von Inhomogenitäten oder dem Reflektionsverhalten und dem Flattern der Bögen hervorgerufen werden. Zur Überwindung dieses Problems sieht diese Druckschrift eine Messwertauswertung mit Hilfe der Fuzzy-Logik-Regeln vor.

Aus der US 2003/0006550 ist ein Verfahren bekannt, das auf der Basis von Ultraschallwellen und der Phasendifferenz zwischen einer Referenzphase und der empfangenen Phase, eine digitale Auswertung durchführt, und auf dieser Basis ein Signal zur Bestimmung von Fehlbogen-, Einfach- oder Mehrfachbogen ermittelt. Die alleinige Auswertung der Phasendifferenz kann jedoch bei speziellen Papieren bzw. Folien unzureichend sein und zu Fehlinformation führen, was bei einer sicheren Detektion ausgeschlossen werden sollte.

Ein insbesondere zur Zählung von Banknoten, aber auch bei anderen Papieren und Folien einsetzbares Verfahren, ist aus der DE 30 48 710 C2 bekannt. Dieses Verfahren, das auf die Bestimmung des Flächengewichtes bzw. der Dicke der zu erfassenden Materialien abstellt, arbeitet mit impulsförmigen Ultraschallwellen, wobei zur Detektion eines Doppelbogens, d.h. dem Vorliegen zweier überdeckender oder überlappender Banknoten, insbesondere die Auswertung der Integration der Phasenverschie-

bung eingesetzt wird. Der Einsatzbereich dieses Verfahrens ist daher primär auf das Zählen von Banknoten bzw. von vergleichbaren Papieren und Folien unter Berücksichtigung der Flächen gewichte derartiger Materialien ausgerichtet. Für den Einsatz bei Verpackungsmaterialien oder dem Zählen von Etiketten erscheint daher dieses Verfahren ungeeignet.

Ein weiteres Verfahren auf akustischer bzw. Ultraschall-Basis ist aus der DE 40 22 325 C2 bekannt. Dieses Verfahren, das auf die Kontrolle von Fehl- oder Mehrfachbögen von blatt- oder folienartigen Gegenständen abstellt, benötigt einen Erstdurchlauf des entsprechenden flächigen Gegenstandes mit einem Eich- und Einstellvorgang, der mikroprozessorgesteuert selbstdäig durchgeführt wird. Es ist daher bei diesem Verfahren eine Art Teach-in zunächst auf die Dicke des Objektes in Bezug auf einen optimalen Mess- und Frequenzbereich erforderlich und weiterhin bei einem derartigen Erstdurchlauf das Erfassen und Abspeichern eines entsprechenden Schwellwertes.

Im Anwendungsbereich der Detektion bzw. des Zählens von Etiketten sind vergleichbare Verfahren und Vorrichtungen bekannt. Hierbei ist zunächst der Unterschied bei einer Etikette zu sehen, da diese auf einem Grund- oder Trägermaterial als aufgebrachte Materialschicht vorgesehen ist. Dieses geschichtete Material verhält sich nach außen hin im Hinblick auf Opazität, das Dielektrikum, die elektromagnetische Leitfähigkeit oder die Schalllaufzeit wie ein verbundenes Materialstück, so dass es bei diesen Detektionsmöglichkeiten nur zu einer vergleichsweisen geringen Bedämpfung kommt, die jedoch noch auswertbar ist.

Aus der DE 199 21 217 A1 ist zusammen mit der DE 199 27 865 A1 und EP 1 067 053 B1 eine Vorrichtung zur Detektion von Etiketten bzw. flächigen Objekten bekannt. Diese Vorrichtung nutzt Ultraschallwellen mit einer Modulationsfrequenz, wobei zur Unterscheidung von Einfach- und Mehrfachbögen ein Schwellwert während eines Abgleichvorganges bzw. eines Teach-in-Schrittes

bestimmt wird.. Mittels des Teach-in-Schrittes ist die Detektion zwar auf das spezielle flächige Objekt im Sinne eines Etiketts einstellbar. Dieser Teach-in-Schritt macht jedoch die Vorrichtung komplexer und erfordert längere Einstellzeiten beim Wechsel auf ein anderes flächiges Objekt. Dies zeigt, dass ein größeres Materialspektrum nicht per se, sondern nur abgestimmt auf das spezifische einzelne Material, detektiert werden kann.

Unter Berücksichtigung dieses Standes der Technik liegt daher der Erfindung die **A u f g a b e** zugrunde, ein gattungsgemäßes Verfahren und eine Vorrichtung zur berührungslosen Detektion von flächigen Objekten zu konzipieren, das bzw. die sehr flexibel und über ein großes Materialspektrum eine sichere Detektion von Einfach-, Fehl- oder Mehrfachbögen bei unterschiedlichen flächigen Materialien, einerseits insbesondere bei Papieren, Folien, Blechen und dergleichen, andererseits bei Etiketten und ähnlich geschichteten Materialien, ermöglicht, wobei weitgehend ohne Teach-in-Schritt ausgetragen werden kann und unterschiedliche Strahlen bzw. Wellen wie optischer, akustischer, induktiver Art oder dergleichen einsetzbar sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei Verfahren durch die Merkmale des Anspruchs 1 oder des Anspruchs 6 und bei Vorrichtungen durch die Merkmale des Anspruchs 47 oder des Anspruchs 51 gelöst.

Ein wesentlicher Kerngedanke der Erfindung kann daher darin gesehen werden, der Auswertung des Messsignals über einen Grammatik- und Flächengewichtsbereich eine Korrektur-Kennlinie vorzugeben, um über den vorgesehenen Materialbereich eine Zielkennlinie mit weitgehend linearem oder nahezu linearem Verlauf oder für Papiere und dergleichen Materialien auch eine der idealen Kennlinie für die Detektion des Einfachbogens angenäherte Kennlinie zu erreichen, die bei einer Amplitudenauswertung des verstärkten Messsignals eine klare Unterschei

dung, insbesondere gegenüber einem entsprechenden Schwellwert für Luft, als Schwelle für einen Fehlbogen, bzw. gegenüber einem Schwellwert für Doppelbogen, ermöglicht.

Um dies zu erreichen, ist ein weiterer wichtiger Kerngedanke der Erfindung, dass bei einer Signalverstärkung des empfangenen Messsignals, die Korrektur-Kennlinie der entsprechenden Signalverstärkung statisch oder dynamisch vorgegeben wird, um eine gut auswertbare Zielkennlinie zu erreichen.

Die Erfindung berücksichtigt aber auch, dass eine unmittelbare Umwandlung des Messsignals im Rahmen einer A/D-Wandlung durchgeführt werden kann, wobei die dabei erhaltenen digitalen Werte der Messsignal-Kennlinie der entsprechenden rein digitalen Korrektur-Kennlinie unterworfen werden, um sozusagen unmittelbar die auswertbare Zielkennlinie zu erreichen.

Dieses Prinzip der Anwendung einer Korrektur-Kennlinie hat zudem den großen Vorteil, dass unterschiedliche Sensoreinrichtungen, insbesondere als Schranken- bzw. Schrankenanordnung, z.B. in Gabelform, verwendet werden können, wobei vorteilhaftweise Ultraschall-Sensoren, optische, kapazitive oder induktive Sensoren eingesetzt werden können, wobei für diese Sensoren gleichermaßen dasselbe Verfahren verwendet werden kann.

Die entsprechende Korrektur-Kennlinie für Papiere und dgl. Materialien wird insbesonders durch Spiegelung der Messwertkennlinie an der idealen Zielkennlinie zur Einfachbogenerkennung erreicht, gegebenenfalls unter spezieller Transformation des kartesischen Koordinatensystems.

In geeigneter Weise wird die Korrektur-Kennlinie invers oder nahezu invers zur Kennlinie der Eingangsspannung  $U_E$  des Messsignals gewählt. Auf diese Weise ist es möglich, in guter Näherung eine zur Einfachbogenerkennung ideal verlaufende Zielkennlinie über einen relativ großen Grammatur- bzw. Flächengewichtsbereich der zu detektieren Objekte, insbesondere zwi-

schen  $8 \text{ g/m}^2$  bis  $4000 \text{ g/m}^2$  zu erreichen. Invers wird hierbei als Umkehrfunktion angesehen.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich daher nicht nur zur Detektion von Einfachbogen, Mehrfachbogen oder Fehlbogen von dünnen bis dicken Papieren, welche im vorausgehend genannten Grammaturbereich liegen. Vielmehr können auch stapelbare, schachtelförmige Verpackungen aus Papier oder Kunststoff oder auf Trägermaterial aufgebrachte Etiketten, oder Klebe-, Abriss- oder Aufreißstellen von Papier oder Folien detektiert werden.

Sofern verfahrensmäßig das am Ausgang des Empfängers bzw. des Messsignalwandlers erhaltene Messsignal zur weiteren Auswertung einer Signalverstärkung unterzogen wird, wird vorzugsweise der entsprechenden Verstärkereinrichtung die entsprechende Korrektur-Kennlinie, die auch aus einer Kombination mehrerer Korrektur-Kennlinien bestehen kann, eingeprägt, um ausgangsseitig zur weiteren Bewertung eine gut auswertbare Zielkennlinie über den gesamten Flächengewichtsbereich zu erhalten. Mittels dieser Zielkennlinie kann dann in einem nachgeschalteten Verfahrensschritt, der z.B. in einem Mikroprozessor realisiert werden kann, die Detektion des entsprechenden flächigen Objektes im Hinblick auf bestimmte Schwellwerte erfolgen, so dass ein klares Detektionssignal zu Einfachbogen, Fehlbogen oder Mehrfachbogen erhalten wird.

Als Alternative sieht das Verfahren auch vor, dass das im Empfänger erhaltene Messsignal bzw. dessen Messsignal-Kennlinie direkt einer Analog-Digital-Wandlung unterzogen wird, wobei diese digitalen Werte unter Berücksichtigung einer entsprechenden rein digitalen Korrektur-Kennlinie zu einer Zielkennlinie mit Erzeugung eines entsprechenden Detektionssignales verarbeitet werden.

Erfnungsgemäß erreicht man mit diesen Maßnahmen den Vorteil, dass man eine sichere Detektion der entsprechenden flächigen Objekte über einen sehr großen Grammatür- und Flächengewichts-

bereich ohne das Erfordernis eines Teach-in-Vorganges erreicht, was zu Stillstandzeiten der Anlage führen würde. Zudem wird der Dynamikbereich der Auswerteeinrichtung erheblich erweitert, so dass die Detektion sehr dünner oder sehr inhomogener Materialien, welche zu Flatterverhalten neigen, mit guter Sicherheit realisierbar ist. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es daher auf der Basis der Amplitudenauswertung des im Empfänger erhaltenen Messsignals, mittels Korrektur-Kennlinie und Zielkennlinie eine sichere Unterscheidung von Einfachbogen, Fehlbogen und Mehrfach- bzw. Doppelbogen, und dies für sehr dünne bzw. sehr schalltransmissive Objekte, z.B. mit einem Flächengewicht von  $8 \text{ g/m}^2$  bzw. ca.  $10 \mu\text{m}$  Dicke, bis zu relativ dicken und stark schallintrmissiven Objekten bis zu  $4000 \text{ g/m}^2$ , z.B. mit einer Dicke von 4 mm, ohne einen vorherigen Teach-in-Vorgang sicher zu unterscheiden.

Im Hinblick auf eine hohe Flexibilität, nicht nur bezüglich unterschiedlichster Materialien wie Wellpappe oder Kunststoffverpackungen, sieht die Erfindung auch vor, Korrektur-Kennlinien zu berücksichtigen, die eine Kombination von verschiedenen Korrektur-Kennlinien darstellen, wobei diese kombinierten Korrektur-Kennlinien auch nur abschnittsweise über Teilbereiche des gesamten Grammaturbereiches angesetzt werden können.

Dies eröffnet es, die Zielkennlinien mit verbesserter Approximation an die Idealkennlinie zur Erkennung von Einfachbogen zu erreichen.

Entsprechend den Gegebenheiten der schaltungstechnischen Auslegung der Auswerteeinrichtung, der eingesetzten Sensoreinrichtung und/oder dem untersuchten Materialspektrum, kann die Korrektur-Kennlinie auch abschnittsweise als lineare oder nichtlineare Kennlinie, als einfache- oder mehrfach-logarithmische Kennlinie, als exponentielle Kennlinie, als hyperbolische Kennlinie, als Polygonzug, als Funktion beliebigen Grades oder als empirisch ermittelte oder errechnete Kennlinie oder als Kombination mehrerer dieser Kennlinien ausgelegt sein.

Im Hinblick auf die kombinierte Detektion von Etiketten und Einfach-, Fehl- und Mehrfachbögen wird hierbei bevorzugt, die Korrektur-Kennlinie als annähernd linear ansteigende und gewichtende oder exponentiell oder ähnlich ansteigenden Kennlinie vorgegeben oder als logarithmische, mehrfach-logarithmische oder ähnlich verlaufende nichtlineare Kennlinie, auch in Kombination mit den erstgenannten Korrektur-Kennlinien konzipiert.

Erfindungsgemäß wird es daher sowohl bei einem Verfahren wie mittels einer Vorrichtung ermöglicht, Etiketten, Klebe-, Abriss- bzw. Aufreißstellen und ähnliche aufgebaute Materialien auch ohne einen Teach-in-Schritt gut zu detektieren. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Flächengewichtsbereich bei Etiketten und gleichartigen Materialien etwa von 40 g/m<sup>2</sup> bis etwa 300 g/m<sup>2</sup> angesetzt werden kann, also relativ schmal ist.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass bei Etiketten unter Umständen bei geringen Grammaturdifferenzen zwischen Grund- oder Trägermaterial und den haftend aufgebrachten mehrfach geschichteten Materialien, wie z.B. Etiketten, ein relativ geringer Unterschied in der Bedämpfung, z.B. der Ultraschallwellen vorliegt, so dass es ein Bestreben ist, in der Zielkennlinie einen möglichst großen Spannungshub der Zielkennlinie ZK bei geringem Spannungshub der Messwert-Kennlinie MK zu erreichen.

Die Korrektur-Kennlinie zur Detektion von Etiketten wird daher bevorzugterweise mindestens linear, wobei diese lineare Korrektur-Kennlinie KK gewichtende Funktion inne hat, oder exponentiell ansteigend gewählt.

Als weitgehend ideale Zielkennlinie für Etiketten und dergleichen Materialien wird in optimaler Hinsicht die Funktion der Ausgangsspannung U<sub>A</sub> bzw. U<sub>Z</sub> in Abhängigkeit von der Grammatur g/m<sup>2</sup> als Kurve bzw. Gerade angestrebt, und zwar mit möglichst großer und konstanter negativer Steigung ( $\Delta U_Z = \text{maximal und konstant}$ ) und somit maximaler Spannungsdifferenz. D.h. möglichst hohen Spannungshub ( $\Delta U_Z = \text{max.}$ ) bezüglich Grund- oder Trägerma-

terial und der haftend aufgebrachten, mehrfach geschichteten Materialien, wie z.B. Etiketten, selbst bei geringen Grammaturreänderungen in Abhängigkeit von dem gesamten Grammaturbzw. Flächengewichtsbereich.

Eine derartige ideale Zielkennlinie für die Detektion von Etiketten gestattet es daher, auch bei kleinen bis kleinsten Grammaturre Unterschieden ein eindeutiges Detektionssignal zum Erfassen von Etiketten und dergleichen Materialien zu erzeugen.

Bei Etiketten und dergleichen Materialien wird primär nach Vorhandensein oder Nichtvorhandensein bzw. nach um wenigstens eine Lage verminderte Mehrfachlage ausgewertet.

Die Erfindung gestattet es auch, eine derartige Kombination von Korrektur-Kennlinien, z.B. auch in getrennten Pfaden oder Kanälen, zu realisieren. Hierbei kann die logarithmische und/oder doppel-logarithmische Korrektur-Kennlinie, z.B. im ersten Kanal eingeprägt sein, um hierdurch primär die Doppelbogen-Erkennung sicher realisieren zu können.

Der zweite Kanal kann dann z.B. mit einer exponentiell oder linear ansteigenden Korrektur-Kennlinie beaufschlagt werden, um in diesem Pfad die Detektion von Etiketten, Klebestellen oder Fadenerkennung optimal realisieren zu können.

Diese Kombination der beiden gegenläufigen Verfahren mit logarithmischer Korrektur-Kennlinie in Kombination mit exponentiell ansteigender Korrektur-Kennlinie, schafft daher eine optimale Detektionsmöglichkeit für Etiketten und derartige Materialien, wie Aufriss- bzw. Abrissstellen und/oder Aufreißfäden und Einfach-, Fehl- und Mehrfachbogen.

Bei der Etikettenerkennung ist es daher Ziel, über den gesamten Materialbereich bei vorgenannter Gestaltung der Korrektur-Kennlinie, einen möglichst großen und konstanten Signalhub durch die Zielkennlinie zu erreichen, d.h.  $dU_z$  soll maximal bzw. konstant sein.

Im Gegensatz dazu beruht das Verfahren der Korrektur-Kennlinie zur Erkennung von Einfach-, Fehl- und Mehrfachbogen auf einer Ausgestaltung der Zielkennlinie, bei welcher über den gesamten

Grammaturbereich eine möglichst kleine Änderung der Amplitudenwerte, bzw.  $dU_z=0$ , erreicht wird, im Idealfall also eine konstante Größe.

Für praktische Zwecke erscheint die Kombination einer logarithmischen und einer linearen Korrektur-Kennlinie bedeutsam zu werden. Der Vorteil eines Signalverstärkers mit eingeprägter logarithmischer Korrektur-Kennlinie, bzw. einer ähnlichen Korrektur-Kennlinie, besteht vor allen Dingen darin, dass der Signalverstärker einen sehr großen Dynamikbereich besitzt, so dass ein großes Verhältnis der Spannungssignale vom größten zum kleinsten Signal verarbeitet werden kann.

Ein linearer Signalverstärker kann beispielsweise ein Spannungs-Signalverhältnis in der Größenordnung von 50:1, was etwa 34 dB entspricht, erreichen. Ein logarithmischer Signalverstärker erreicht hingegen etwa ein Spannungs-Signalverhältnis von  $3 \times 10^4 : 1$ , was etwa 90 dB entspricht. Bei der Verwendung eines logarithmischen Signalverstärkers, worunter hier eine eingeprägte logarithmische Korrektur-Kennlinie verstanden wird, kann daher einer Signalübersteuerung bei hohen Signalamplituden entgegengewirkt werden. Diese Eigenschaft wird erfindungsgemäß in vorteilhafter Weise genutzt, um die Einfach-, Fehlbojen- bzw. Mehrfachbogenerkennung sowie die Detektion von stapelbaren Verpackungen, ohne die Durchführung eines Teach-in-Vorganges, über ein sehr breites Materialspektrum zu realisieren.

In vorteilhafter Weise können beim erfindungsgemäßen Verfahren und der entsprechenden Vorrichtung auch logarithmische und/oder mehrfach-logarithmische Signalverstärker Verwendung finden, so dass das mögliche Materialspektrum zu dünnen bzw. sehr leichten Bögen hin erweitert wird. Dies beruht darauf, dass mit zunehmendem Signalpegel bei diesen Signalverstärkern die Kennlinie der Signalverstärkung in die Sättigung geht und damit praktisch kein Signalhub mehr vorhanden ist.

Mit sinkender Signalverstärkung bei großen Signalen ergeben sich dementsprechend selbst bei geringsten Änderungen, wie

beispielsweise sehr dünnen Bögen aus Papier zwischen Sender und Empfänger, auch weiterhin gut auswertbare Signale.

Ein weiterer Vorteil besteht bei der Verwendung von nichtlinearen, insbesondere logarithmischen und/oder mehrfach-logarithmischen Signalverstärkern darin, dass das detektierbare Materialspektrum zu dickeren bzw. schwereren Bögen hin erweitert wird. Dies resultiert daraus, dass bei geringem Signalpegel die Verstärkung sehr hoch ist und selbst schwächste Signale, die einen schweren bzw. dicken Einfachbogen noch durchdringen, genügend verstärkt werden und ausgewertet werden können. Diese Eigenschaft wird insbesondere für die Detektion von gestapelten Verpackungen oder auch die Erkennung von Einfachbögen, Fehl- bzw. Mehrfachbögen genutzt.

Eine weitere zweckmäßige Weiterbildung der Erfindung besteht darin, dass die Korrektur-Kennlinie als synthetisierte Funktion, insbesondere empirisch ermittelt oder errechnet wird. Hierzu kann beispielsweise die Transmissionsdämpfung bzw. die daraus resultierende Messsignalspannung in Abhängigkeit von der Grammatik bzw. von dem Flächengewicht des bzw. der zu detektierenden Objekte aufgetragen werden und in dieser Art die Kennlinien des Messsignales einer Mehrzahl von unterschiedlichen Objekten ermittelt und daraus die optimale inverse oder nahezu inverse Korrektur-Kennlinie rechnerisch oder empirisch erstellt werden, um eine Zielkennlinie zu erreichen, die der idealen Zielkennlinie zur Erkennung von Einfachbögen mindestens angenähert ist.

Auch besteht verfahrensmäßig die Möglichkeit, die Korrektur-Kennlinie fest einzuprägen oder aktiv zu steuern oder zu regeln, so dass für die zu untersuchenden Materialien eine noch bessere Annäherung an die ideale Zielkennlinie möglich wird.

Für diese Steuerung bzw. Regelung können in der Auswerteeinrichtung z.B. ein Mikroprozessor, ein entsprechendes elektrisches Netzwerk zur Justierung der Korrektur-Kennlinie, ein an-

wendungsspezifischer Baustein oder ein Widerstandsnetzwerk verwendet werden.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird die Zielkennlinie für unterschiedliche Materialspektren in mehrere Abschnitte, insbesondere drei Abschnitte oder fünf Abschnitte, unterteilt.

Bei drei Bereichen kann z.B. eine Teil-Zielkennlinie für den Grammaturbereich oberhalb von  $1200 \text{ g/m}^2$  für sehr dicke Papiere und ein anderer Abschnitt unterhalb von  $20 \text{ g/m}^2$  für ein sehr dünnes Papierpektrum gebildet werden. Die Einführung von Abschnitten der Zielkennlinie ermöglicht daher eine verbesserte Zuverlässigkeit im Hinblick auf die Einfach-, Fehl- oder Mehrfachbogenerkennung.

Für Etiketten, Klebe- und Abrissstellen oder Aufreißfäden ist es zweckmäßig, wenigstens eine Detektionsschwelle vorzugeben, wobei bei Unterschreiten der Detektionsschwelle dies als "Mehrfachlage" und bei Überschreiten dies als "Trägermaterial oder als um mindestens eine Lage verminderte Mehrfachlage" ausgewertet wird.

Im Hinblick auf eine klare Detektion von Einfachbogen, Fehlbogen oder Mehrfachbogen, insbesondere Doppelbogen, wird der Amplitudenwert anhand der Zielkennlinie mit Schwellwerten verglichen. Dies sind insbesondere ein oberer Schwellwert für Luft und ein unterer Schwellwert für Doppel- oder Mehrfachbogen.

Ist daher das empfangene Messsignal mit dem entsprechenden Wert der Zielkennlinie größer als der obere Schwellwert, so wird dies als "Fehlbogen" ausgewertet. Ein empfangenes Messsignal kleiner als der untere Schwellwert bedeutet einen "Mehrfach- bzw. Doppelbogen". Bei einem empfangenen Messsignal mit dem entsprechenden Wert auf der Zielkennlinie zwischen den Schwellwerten, wird dies als "Einfachbogen" detektiert.

Zur Verbesserung der Detektionsmöglichkeiten, insbesondere im Hinblick auf eine genauere Einstellung auf das zu erfassende

Materialspektrum, können die Schwellwerte, insbesondere für Mehrfachbögen, durchgehend oder abschnittsweise fest definiert oder dynamisch mitführbar ausgelegt werden.

Eine dynamische Doppelbogenschwelle kann in diesem Sinn zu einer zusätzlichen Erweiterung der messbaren Grammaturen benutzt werden. Hierzu kann z.B. der Einzelbogenwert gemessen und mit dem zugehörigen Mehrfachbogenwert z.B. als Polygon-Funktion bewertet werden, wenn es sich dabei um eine einfache Funktion, wie z.B. eine abfallende Gerade oder einen konstanten Wert für den Einzelbogen handelt.

Verfahren und Vorrichtung lassen sich insbesondere mittels mindestens einer Ultraschall-Sensoreinrichtung gut realisieren. Die Sensoreinrichtung weist hierbei vorzugsweise mindestens ein aufeinander abgestimmtes und koaxial ausgerichtetes Ultraschall-Wandlerpaar auf.

Verfahren und Vorrichtung gemäß der Erfindung sind jedoch auch mit optischen, kapazitiven oder induktiven Sensoren anwendbar.

Bei Ultraschall-Sensoren hat es sich insbesondere gezeigt, dass sich auch flächige Objekte mit Bedruckung, Farbbedruckung oder spiegelnden Oberflächen gut detektieren lassen. Auch ist es möglich, das Sensorpaar, insbesondere bei Schranken und bei einer Montage in Gabelform, senkrecht oder geneigt zur Bogenebene anzubringen.

Zweckmäßigerweise ist die Betriebsart der Sensoreinrichtung abhängig von den zu detektierenden Materialspektren und den Betriebsbedingungen als Impulsbetrieb oder kontinuierlicher Betrieb wählbar bzw. umschaltbar.

Bei kontinuierlichem Betrieb ist eine geneigte Montage des Sensorpaars vorzuziehen, um mittels dieser Maßnahme Interferenzen bzw. stehende Wellen zu vermeiden. Zweckmäßigerweise wird der kontinuierliche Betrieb sozusagen als quasi-kontinuierlicher Betrieb ausgelegt, indem z.B. periodisch, im Vergleich zur Auswertzeit kurzen Zeiträumen, das Signal abgeschaltet und wieder eingeschaltet wird. Zur Vermeidung von

stehenden Wellen können auch Phasensprünge im Sendesignal vorgesehen werden.

Die geneigte Montage des Sensorelementenpaars eignet sich insbesondere zur Detektion dickerer Materialien, z.B. einwelliger, oder mehrwelliger, insbesondere zweiwelliger Wellpappe, um auf diese Weise eine bessere Materialdurchdringung zu erreichen und Interferenzen zu vermeiden.

Zur Detektion von Fehl-, Einfach- oder Mehrfachlagen von Wellpappen sowie deren Transportrichtung können in vorteilhafter Weise zwei Sensorelementepaare, insbesondere zwei Ultraschallsensoren, eingesetzt werden. Diese Ultraschallsensoren arbeiten bei der Detektion von Wellpappen nach dem Transmissionsverfahren und mit dem Prinzip der Kennlinienkorrektur.

Zur Detektion der Transportrichtung werden die zwei Sensorpaare orthogonal zueinander angeordnet.

Im Hinblick auf die Erfassung von ein-, zwei- oder mehrwelligen Wellpappen, zu deren Detektion ein Sensor- bzw. Sensorpaar ausreicht, wird dieser Sensor bevorzugt in einem optimalen Winkel, bezogen auf die Bogennormale der Wellpappe, üblicherweise senkrecht zum größten Flächenabschnitt, angeordnet. Der optimale Winkel  $\beta_1$  für die Anordnung des Sensorpaars, bezogen auf die Wellpappe, wird durch den Winkel der Welle der Wellpappe zur Bogenorthogonalen  $\beta_2$  bestimmt, wobei  $\beta_1 = \beta_2$  sein sollte und im Idealfall gleich ist.

Eine Auswertung der Ausrichtung bzw. der Transportrichtung einer als Einfachbogen ausgeführten Wellpappe kann mittels zweier orthogonal zueinander angeordneter Sensoren realisiert werden, wobei bei vorgegebener Transportrichtung ein Sensor immer einen "Einfachbogen" anzeigt, während der andere immer "Mehrfachbogen", insbesondere Doppelbogen, anzeigt.

Hierbei würde der in Laufrichtung der Wellpappe angeordnete Sensor immer "Einfachbogen" anzeigen, während der hierzu um  $90^\circ$  versetzte Sensor immer "Mehrfachbogen" anzeigen würde.

Diese Anzeige "Mehrfachbogen" resultiert daraus, dass bei dieser entsprechenden Ausrichtung des zweiten Sensors keine aus-

reichende flächige Durchkopplung der Schallenergie über die Wellenstege der Wellpappe erfolgen kann.

Um bei der Detektion von Fehl-, Einfach- und Mehrfachbogen das Materialspektrum von geringen Grammaturen, z.B. sehr feinen und dünnen Wellpappen, sogenannten Mikrowellpappen, zu großen Grammaturen bzw. sehr großen Materialdicken, z.B. bis zu mehreren mm erweitern zu können, können ebenfalls mindestens zwei unterschiedliche Sensoren bzw. Sensorpaare eingesetzt werden, wobei Ultraschallsensoren bevorzugt werden.

Hierbei würde der erste Sensor, z.B. nach dem Ultraschall-Transmissionsverfahren, und dem Prinzip der Kennlinien - Korrekturarbeiten -, während der zweite Sensor nach dem Tastprinzip arbeiten würde.

Im Vergleich zum Stand der Technik bietet eine derartige Ausführungsform den Vorteil, dass der erste Sensor, welcher nach dem Prinzip der Korrektur-Kennlinie arbeitet, ohne einen Teach-in-Vorgang auskommt, und alle mechanischen Materialien, welche unterhalb der örtlichen Auflösung des Dicken messenden zweiten Sensors liegt, praktisch ausnahmslos detektiert werden können. Hierbei wird von einer örtlichen Auflösung des Dicken messenden zweiten Sensors von etwa 0,3 mm bis 0,5 mm ausgegangen.

Der zweite Sensor, der zweckmäßigerweise, mit einem Metallbügel korrigiert ist, benötigt daher nicht zwangsweise einen Einlernvorgang, da er aufgrund der großzügigen Mindestauflösung, von z.B. 0,5 mm, Fehl-, Einfach- und Mehrfachbogen als Schichthöhe detektieren kann.

Auf ein Einlernen des zweiten Sensors kann in dem Fall beispielsweise verzichtet werden, wenn der Abstand vom zweiten Sensor zum Material führenden Bodenmaterial der Maschine bekannt ist und wenn gewährleistet ist, dass beim Einschalten der Maschine für einen definierten Mindestzeitraum ein Einfachbogen einliegt.

Es hat sich auch als vorteilhaft erwiesen, das Sendesignal mit mindestens einer Modulationsfrequenz zu modulieren. Hiermit

können insbesondere bei Ultraschall-Sensoren Toleranzen der Wandler korrigiert bzw. kompensiert werden. Obwohl die Sensor-elemente aufeinander abgestimmt werden, haben sie in der Regel verschiedene Resonanzfrequenzen. Wird zu einer Frequenzmodulation ein Frequenzsweep  $f_s$  mit einer Frequenz, deutlich kleiner als die anregende Frequenz genutzt, so wird das Resonanzmaximum der Sensorelemente periodisch überschritten. Sofern die Ansprechzeit des Sensors deutlich kleiner ist als  $1/f_s$ , können auf diese Art und Weise die Wandler-eigenschaften eines jeden individuellen Sensorelementes bzw. Sensorpaars optimal zur Ultraschall-Transmission genutzt werden.

Der Frequenzsweep wird normalerweise bis zu einigen 10 kHz betragen.

Die Toleranzen der Sensorelemente werden zweckmäßigerweise automatisch vor oder während des laufenden Betriebes korrigiert. Dies geschieht durch Normierung der Sensorelementpaare auf einen festen Wert bei einem vorgegebenen festen Abstand, insbesondere dem optimalen Montageabstand. Hierdurch werden schlechte Sensorelemente besser gemacht und gute Sensorelemente bzw. Wandler schlechter gemacht. Um dies auszugleichen, ist ein Korrekturfaktor notwendig. Verfahrensgemäß kann dies durch die Verwendung von einer im Mikroprozessor als Wertepaare abgelegten oder berechneten Geraden geschehen, da das Messsignal bereits mit z.B. einer einfach-logarithmischen Korrektur-Kennlinie bewertet ist und die Korrektur-Kennlinie eine etwa linear fallende Zielkennlinie über den Wandler- bzw. Sensor-elementabstand erzeugt. D.h. das Eingangssignal am Mikroprozessor einer Auswerteeinrichtung fällt in guter Näherung linear mit dem Wandlerabstand ab. Daher fällt die Korrektur der Werte auch bei variabilem Abstand einfach, da beim Einschalten einer entsprechenden Vorrichtung nur eine Geradenfunktion für den richtigen Anfangswert berechnet oder als Wertepaar abgelegt werden muss. Die korrekte Bestimmung des Sensorkopfabstands wird durch eine Laufzeitmessung vorgenommen.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorteilhafterweise dadurch weitergebildet, dass nicht nur ein Sensor einer bestimmten

Art, z.B. ein Ultraschallsensor oder ein optischer Sensor, verwendet werden, sondern dass abhängig von den spezifischen Kriterien der zu detektierenden flächigen Objekte, auch unterschiedliche Sensoren miteinander kombiniert werden.

Diese Art von Kombination betrifft auch die Sensoreinrichtungen selbst. So kann beispielsweise eine Sensoreinrichtung aus mehreren Sensoren gleicher Art, wie z.B. Ultraschall-Sensoren mit Sender und Empfänger bestehen. Die Sensoreinrichtung kann hierbei in einer Linie, vorzugsweise quer zur Lauf- und Förderrichtung der flächigen Objekte mehrere Sensoren aufweisen.

In einem derartigen Fall, mit der Ausrichtung quer zur Laufrichtung der flächigen Objekte, ist es empfehlenswert, mindestens einen Sensor mittig und z.B. zwei weitere Sensoren jeweils dem Randbereich der flächigen Objekte zuzuordnen. Hiermit können auch Strukturfehler bzw. Materialausriß- oder Ausbruchstellen im Randbereich gut detektiert werden.

Insbesondere im Hinblick auf die Feststellung der Transportrichtung zeigt sich eine in Längsrichtung der geförderten flächigen Objekte angebrachte Sensoreinrichtung mit mehreren hintereinander geschalteten Sensoren, gleicher oder unterschiedlicher Art, für geeignet.

So empfiehlt sich insbesondere bei der Detektion von Papierbögen und derartigen Materialien eine Sensoreinrichtung mit Ultraschallsensoren und eine vor- bzw. nachgeschaltete Sensorseinrichtung mit optischen Sensoren.

Die typspezifischen Sensoreinrichtungen werden hierbei vorzugsweise mit unterschiedlichen Korrektur-Kennlinien eingesetzt..

Unter Berücksichtigung von gleichartigen, insbesondere nicht-linearen Verstärkungs-Kennlinien in der nachgeschalteten Auswertung, können auch gleiche oder gleichartige Korrektur-Kennlinien eingesetzt werden.

Die Auswertung der auf diese Weise erreichten Zielkennlinien kann dabei analog oder digital erfolgen.

Auch eine Digitalisierung durch Analog-Digital-Umwandlung der Messsignale am Ausgang der einzelnen Sensoren mit nachfolgender digitaler Bewertung in der Auswerteeinrichtung bzw. einem Mikroprozessor ist zweckmäßigerweise möglich.

Die Auswertung einzelner Sensoren, speziell jedoch unterschiedlicher Sensoreinrichtungen mit unterschiedlichen Typen von Sensoren, erfolgt, geeigneterweise über separate Kanäle. Hierzu können beispielsweise Bus-Leitungen vorgesehen sein, die die entsprechenden Signale der Auswerteeinrichtung mit Mikroprozessor zuleiten.

Die Auswahl der entsprechenden Sensortypen und Sensoreinrichtungen erfolgt entsprechend den Materialgegebenheiten. Für Papierbögen unterschiedlicher Grammatür eignen sich besonders optische Sensoren, bei denen als Empfangssignal die Lichtstärke  $I$  in cd erfasst wird oder Ultraschallsensoren mit der Erfassung Schalldruckes  $p$  in Pa.

Kapazitive Sensoren, in welchen die Änderung der Kapazität  $C$  in F bzw. der Frequenz  $f$  in Hz der Signalspannung  $U$  ermittelt wird, sind insbesondere für sehr dünne und transparente Bögen, also optisch und akustisch sehr durchlässige Materialien, geeignet.

Induktive Sensoren, bei denen der magnetische Fluss  $\Phi$  in der Größe A/m ermittelt wird, sind für einen großen Materialbereich, insbesondere jedoch für metallische Objekte, z.B. Blechbögen, vorteilhafterweise einsetzbar.

Für die Einfach-, Fehl- oder Mehrfachmaterial Erkennung eignet sich insbesondere eine Sensoreinrichtung auf der Basis von Ultraschall-Sensoren, welche nachgeschaltet mit mechanischen, kapazitiven, optischen und/oder induktiven Sensoren kombiniert ist. Die in den einzelnen unterschiedlichen Sensoreinrichtungen erfassten und einer oder mehreren Auswerteeinrichtungen zugeführten Signale, werden logisch verknüpft, z.B. mittels UND/ODER-Verknüpfung, so dass fehlerhafte Detektionssignale

für das Vorliegen von Einfach- oder Mehrfachbogen ausgeschlossen werden können.

Auch eine Selektion und Bewertung von Ausgangssignalen verschiedener Sensoren kann zur Ermittlung des Detektionssignales getroffen werden.

Abhängig von den zu detektierenden Materialien, z.B. gestapelte Verpackungsmaterialien oder Etiketten oder ähnlich geschichteten Materialien, kann auch ein Einlernvorgang bzw. ein Teach-in-Schritt vorgesehen sein, mittels dem Schwellwerte zur nachfolgenden Bestimmung des Detektionssignales oder digitalisierte Werte, auch zur logischen Verknüpfung der Ausgangssignale ermittelt und festgelegt werden.

Für die Erfassung sehr dünner bis sehr dicker Bleche zeigt sich insbesondere eine Kombination einer Sensoreinrichtung mit Ultraschallsensoren zusammen mit induktiven Sensoren für sehr gut geeignet, wobei insbesondere unter Berücksichtigung einer logischen Verknüpfung der entsprechenden Ausgangssignale eine sichere Detektion zu Einfach-, Fehl- oder Doppelbogen getroffen werden kann.

Der Aufbau der Sensoreinrichtung, insbesondere mit Ultraschall-Sensoren kann hierbei vorteilhafterweise in Gabelform erfolgen. Sender und Empfänger liegen sich hierbei in ihrer Hauptstrahlungsrichtung koaxial gegenüber. Hierbei können auch zylindrische Gehäuse verwendet werden.

In einfacherster Weise kann die Sensoreinrichtung mit Sender und Empfänger z.B. auf einer Leiterplatte aufgelötet oder geklebt sein, wobei die zu detektierenden Bögen im freien Spalt zwischen Sender und Empfänger geführt werden.

Ein besonderer Vorteil des Verfahrens mittels Ultraschall kann darin gesehen werden, dass der Abstand zwischen Sender und Empfänger in der Sensoreinrichtung für dieses Teach-in-freie Verfahren variabel gestaltbar ist. Mit anderen Worten, die Sensoreinrichtung kann an unterschiedliche Applikationen im Hinblick auf ihren Abstand relativ rasch angepasst werden, oh-

ne dass hierdurch die Messpräzision des Verfahrens beeinträchtigt wird. Eine weitere Verbesserung des Verfahrens kann durch die Überwachung des Abstandes zwischen Sender und Empfänger und dessen Bestimmung herbeigeführt werden. Diese Bestimmung des Abstandes zwischen Sender und Empfänger kann einerseits durch Reflexion der Strahlung zwischen Sender und Empfänger realisiert werden und andererseits auch mittels Reflexion zwischen Sender und Empfänger trotz eines im Zwischenraum vorliegenden flächigen Materials, sogar eines dicken Bogens. Sollte ein Überschreiten des zulässigen maximalen Sensorabstandes festgestellt werden, so kann die Auswerteeinrichtung, z.B. ein Mikroprozessor, eine entsprechende Korrektur der ermittelten Amplitudenwerte des Messsignales abhängig vom Abstand zwischen Sender und Empfänger durchführen.

Die Ausrichtung des Senders und Empfängers zueinander erfolgt in der Hauptstrahlungsrichtung, insbesondere koaxial, zueinander, wobei nahezu beliebige Neigungswinkel zur Bogenebene vorgesehen werden können.

Bei der Detektion von einwelliger oder mehrwelliger Wellpappe erfolgt dies zweckmäßigerweise etwa orthogonal zur breitesten Fläche der Welle der Wellpappe.

Im Hinblick auf eine optimale Detektion kann verfahrensmäßig auch eine Rückkopplung zwischen Sender und Auswerteeinrichtung, insbesondere ein Mikroprozessor, vorgesehen sein, um unter Berücksichtigung der Materialspezifikation der zu untersuchenden flächigen Objekte und weiterer Betriebsbedingungen, am Ausgang eine maximale Amplitude zu erhalten. Es ist auch eine Regelung auf die optimale Sendefrequenz möglich. Mit dieser Maßnahme können auch Alterungseffekte der Sensorelemente ausgeglichen und eine Produktprüfung der erfindungsgemäßen Vorrichtung, in besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung bei der Serienherstellung voll automatisiert werden.

Um zum Erkennen von Etiketten, Klebe- und Abrissstellen und Aufreißfäden noch eine verbesserte Detektionssicherheit zu erreichen, können diese Objekte während eines Abgleichvorganges

zwischen Sender und Empfänger hindurchbewegt werden, so dass abhängig vom empfangenen spezifischen Messsignal des Objektes automatisch oder extern getriggert die entsprechende Schaltschwelle für die Zielkennlinie bestimmbar ist.

Da die Etikettenerkennung zweckmäßigerweise verfahrens- und vorrichtungsmäßig mittels eines zweiten Kanals erfolgt, bleibt eine Teach-in-freie Detektion für Einfach- bzw. Mehrfachbogen, welche mit einem ersten Kanal der Auswerteeinrichtung realisiert wird, unberührt.

In vorteilhafter Weiterbildung ist zwischen der Auswerteeinrichtung und dem Sender eine Rückkopplung vorgesehen, mittels der eine Maximierung der Amplitude des empfangenen Messsignals durchführbar ist. Auch wird bevorzugt, einen Selbstabgleich zwischen Sender und Empfänger im Hinblick auf eine optimale Sendefrequenz und/oder Amplitude vorzusehen.

Dieser Selbstabgleich kann in zur Sendefrequenz synchronisierten Zeiten, in fest definierten Pausenzeiten oder auch über einen extern an der Sensoreinrichtung vorgesehenen separaten Eingang durchgeführt werden.

Im Hinblick auf eine optimale Prozesssteuerung für Anlagen, in denen das Verfahren und die Vorrichtung angewendet werden, eignet es sich, zur Digitalisierung des analogen Messsignales wenigstens einen A/D-Wandler oder einen Schwellwertgenerator vorzusehen, um die weitere Verarbeitung der Werte digital durchführen zu können.

Insbesondere bei der Verarbeitung und Selektion verschiedener Signale mehrerer Signalverstärkungseinrichtungen wird die Ansteuerung und Auswahl der entsprechenden Kanäle und Signale bevorzugt über Zeitmultiplex-Einrichtungen durchgeführt.

Zur besseren Detektion von länglichen auf Trägermaterial auf-laminierten Objekte und Materialien, insbesondere mittels Ultraschall- oder optischen Sensoren, empfiehlt es sich, zwischen Sender und dem zu detektierenden länglichen Objekt mindestens eine Loch- und/oder Schlitzblende zur Verbesserung der räumli-

chen Auflösung vorzusehen und die Anwesenheit des Objekts kontinuierlich zu detektieren.

Speziell zur Verbesserung der Detektion von auf einem Grund- oder Trägermaterial haftend aufgebrachten Materialfäden, z.B. Aufreißfäden bei Verpackungsfolien für Zigaretten, erfolgt die Anordnung der Blenden, und hierbei insbesondere der Schlitzblenden, in Fadenlaufrichtung. Dies ist üblicherweise eine Anordnung der Blende um 90° zur Laufrichtung der länglichen Objekte.

Bei der Überwachung von geschuppten aneinander liegender Bogen werden Schlitz- bzw. Lochblenden um 90° zur Bewegungsrichtung der Bogen ausgerichtet.

Bei der Verwendung von Blenden wird das zwischen Sender, Empfänger und Blende geführte längliche Objekt, z.B. ein auf einem Trägermaterial auflaminerter Faden, möglichst nahe über der Blende schwebend oder diese gleitend berührend realisiert. Die Anordnung des Senders, speziell bei Ultraschall-Sensoren, erfolgt zweckmäßigerweise unterhalb des zu detektierenden Bogens, da in diesem Fall die maximale Sendeenergie ausgekoppelt werden kann und Selbstreinigungseffekte am Sensorkopf genutzt werden können. Eine Umkehrung der Anordnung mit dem Empfänger ist jedoch ebenfalls möglich, sofern der Signalstärkeverlust hingenommen werden kann.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand schematischer Darstellungen und Diagramme sowie mit Bezug auf zugrunde liegende Messprinzipien näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 das Prinzip eines erfindungsgemäßen Verfahrens sowie blockschaltartig eine entsprechende Vorrichtung unter Einbeziehung von Spannungsdiagrammen nach den Fig. 1a, 1b, 1c, welche die Struktur der Kennlinien bei der Detektion von Bögen aus Papier, Folien oder dergleichen Materialien verdeutlichen;

Fig. 2 das Prinzip eines erfindungsgemäßen Verfahrens sowie blockschaltartig eine entsprechende Vorrichtung un-

ter Einbeziehung von Spannungsdiagrammen nach den Fig. 2a, 2b, 2c, 2d welche die Struktur der Kennlinien bei der Detektion von Etiketten, Aufrißstellen und dergleichen Materialien verdeutlichen;

Fig. 3a ein Kurvendiagramm, welches die schematische Abhängigkeit der Ausgangsspannung eines Verstärkers, wie in Fig. 1 beispielhaft aufgezeigt, in Abhängigkeit von der Grammatik bzw. dem Flächengewicht von zu detektierenden Materialien zeigt, wobei idealisierte Zielkennlinien miteinbezogen sind;

Fig. 3b ein schematisches Diagramm analog zu Fig. 3a mit der Ausgangsspannung eines Verstärkers in Abhängigkeit von der Grammatik bzw. dem Flächengewicht der zu untersuchenden Materialien, wobei mehrere Zielkennlinien zusammen mit entsprechenden Schwellwerten, z.B. Luftschwelle, Doppelbogenschwelle, dargestellt sind;

Fig. 4a eine schematische Darstellung, wie bei bekannter Messwert-Kennlinie und idealer Zielkennlinie für Einfach- bzw. Doppelbogenerkennung im kartesischen Koordinatensystem die Korrektur-Kennlinie ermittelt werden kann;

Fig. 4b eine schematische Darstellung, bezogen auf die Etikettenerkennung mit idealer Zielkennlinie, bekannter Messwert-Kennlinie und einer zur Transformation erforderlichen Korrektur-Kennlinie;

Fig. 4c eine schematische Darstellung der Kennlinien bei Doppelbogenerkennung, sofern keine ideale Zielkennlinie vorliegt;

Fig. 4d eine Darstellung von Kennlinien zur Doppelbogenerkennung mit Spiegelung an einer gedachten Achse unter Einbeziehung der Transformation nach Fig. 4f;

Fig. 4e eine schematische Darstellung von Kennlinien für die Etikettenerkennung mit Spiegelung an der gedachten Achse unter Berücksichtigung Fig. 4f;

Fig. 4f schematisch eine Transformation des kartesischen Koordinatensystems um einen Winkel  $\alpha$  mit Darstellung einer Bezugsachse des neuen Koordinatensystems;

Fig. 4g eine schematische Darstellungen von idealer Zielkennlinie und realen Zielkennlinien bei der Doppelbogenerkennung;

Fig. 4h eine schematische Darstellung einer idealen Zielkennlinie und einer realistischen Zielkennlinie für die Etikettenerkennung;

Fig. 4i schematische Darstellungen einer Messwert-Kennlinie und Korrektur-Kennlinie bei der Einfach- bzw. Doppelbogenerkennung, wobei die Korrektur-Kennlinie eine aus einer e-Funktion und einer Umkehrfunktion abgeleitete Kennlinie darstellt, mit daraus ermittelten Zielkennlinien;

Fig. 4j schematische Darstellung einer aus einer gewichteten Hyperbel abgeleiteten Messwert-Kennlinie sowie eine aus einer logarithmischen Funktion abgeleiteten Korrektur-Kennlinie mit daraus ermittelter Zielkennlinie für die Einfach- bzw. Doppelbogenerkennung;

Fig. 5a eine schematische Prinzipdarstellung der bei der Detektion eines Doppelbogens von Material mittels Ultraschallwellen beispielhaft vorliegenden Messkriterien;

Fig. 5b in vergleichbarer Weise wie in Fig. 4a die schematische Darstellung einer Klebestelle zwischen einem Material-Doppelbogen und die sich hierbei erhebenden Messkriterien bei Erfassung mittels Ultraschall;

Fig. 5c die schematische Darstellung von auf einem Grund- oder Trägermaterial haftend aufgebrachte Materialien, teils als einfach geschichtete und teils als mehrfach geschichtete Materialien, wobei dieser Aufbau die Struktur einer Etikette zeigt;

Fig. 6 in blockschaltartiger Darstellung das Verfahren und eine Vorrichtung am Beispiel einer Kombination von verschiedenen Korrektur-Kennlinien;

Fig. 7 eine schematische Darstellung ähnlich Fig. 6, wobei das Prinzip für das Einstellen einer Korrektur-Kennlinie und das Berechnen einer Korrektur-Kennlinie mit Rückwirkung auf die Schaltungsblöcke dargestellt ist;

Fig. 8 eine schematische Darstellung für die empirische Bestimmung einer Messwert-Kennlinie über einen großen Grammatur- bzw. Flächengewichtsbereich;

Fig. 9 eine schematische blockschaltartige Darstellung eines Verfahrens bzw. der entsprechenden Vorrichtung mit der Kombination z.B. der Mehrfachbogenerkennung mit der Erkennung von auf Trägermaterial haftend aufgebrachten Materialschichten bzw. Etiketten;

Fig. 10 schematisch ein Diagramm der normierten Ausgangsspannung  $U_A$  über den Grammaturbereich mit konstanter bzw. dynamischen Doppelbogenschwellen,

Fig. 11 eine Zielkennlinie mit eingezeichnetem oberen und unteren Flatterbereich,

Fig. 12 mit den Darstellungen zu Fig. 12a, 12b und 12c die Anordnung eines Sensors mit optimaler Ausrichtung bei einer einwelligen Wellpappe und entsprechend Fig. 12b, die analoge Ausrichtung eines Sensors bei zweiwelliger Wellpappe sowie nach Fig. 12c die schematische Darstellung der Anordnung von zwei Sensoren zur Erfassung der Laufrichtung eines Wellpappenbogens,

Fig. 13 eine Draufsicht auf das Schema einer Vorrichtung mit zwei Sensoreinrichtungen und

Fig. 14 einen vertikalen Schnitt durch die Vorrichtung nach Fig. 13 im Bereich der zwei Sensoreinrichtungen.

Die Darstellung nach Fig. 1 zeigt schematisch das erfindungsgemäße Verfahren und eine Vorrichtung mit blockschaltartigem Aufbau und den an bestimmten Punkten erzielbaren Spannungsverläufen im Sinne von Kennlinien über einen Grammatur- bzw. Flächengewichtsbereich  $g/m^2$  eines zu detektierenden Materialspektrums.

Die weitere Erörterung erfolgt auf der Basis einer Ultraschall-Sensoreinrichtung, wobei prinzipiell jedoch auch andere Sensoreinrichtungen optischer, kapazitiver oder induktiver Art eingesetzt werden können.

Eine entsprechende Sensoreinrichtung 10 weist hierbei einerseits einen Sender T und einen dazu ausgerichteten, gegenüber-

liegenden Empfänger R auf, zwischen denen die zu detektierenden flächigen Objekte, im Beispiel in Bogenform berührungslos hindurchbewegt werden.

In Fig. 1 ist beispielhaft ein Mehrfachbogen als Doppelbogen 2 dargestellt.

Da für dieses prinzipielle Beispiel die Amplitudenauswertung des Messsignals  $U_M$  zur Detektion eines Einzelbogens, eines Fehlbogens, d.h. keines Bogens, oder eines Doppel- bzw. Mehrfachbogens, vorausgesetzt wird, ist ein möglicher Spannungsverlauf  $U_M$  in Abhängigkeit von der Grammatik bzw. dem Flächengewicht  $g/m^2$  in Fig. 1a gezeigt.

Im Hinblick auf eine eindeutige sichere Entscheidung, ob ein Einfachbogen, ein Doppelbogen oder ein Fehlbogen vorliegt, ist es Ziel der Erfindung, unter Berücksichtigung von Schwellwerten, wie z.B. für die Luftschwelle oder als Doppelbogenschwelle, eindeutige Schnittpunkte mit diesen Schwellwerten bzw. möglichst große Spannungsabstände zu diesen Schwellwerten zu erhalten.

Die der Erfindung zugrunde liegende Kenntnis geht davon aus, dass bei gattungsgemäßen Verfahren und Vorrichtungen im Stand der Technik, bei der Mehrfachbogen-Erkennung und einer angenommenen, nachfolgenden näherungsweise linearen Verstärkung, gegebenenfalls mit weiterer Filterung und Auswertung, in Abhängigkeit von der Grammatik bzw. dem Flächengewicht, eine Kennlinie für das verstärkte Messsignal erreicht wird, die im Wesentlichen stark nichtlinear, insbesondere exponentiell, mehrfach exponentiell bzw. hyperbelförmig oder ähnlich verläuft, wobei über einen großen gewünschten Einsatzbereich des Materialspektrums eine unsichere und Fehler behaftete Detektion häufig vorliegt, dies mit einem einfachen Prinzip abzuändern.

Das erfindungsgemäße Prinzip lautet deswegen, eine Korrektur-Kennlinie zu berücksichtigen und diese z.B. der dem Empfänger nachfolgenden Auswerteschaltung einzuprägen, wozu insbesondere die nachfolgende Verstärkereinrichtung geeignet ist, um über

den gewünschten Grammaturbereich eine gut auswertbare Ziel-Kennlinie für eine sichere Detektion mit der Entscheidung zu erreichen, ob ein Einfachbogen, kein Bogen oder ein Mehrfach-insbesondere Doppelbogen, vorliegt.

Eine derartige Korrektur-Kennlinie ist in Fig. 1b schematisch dargestellt. Diese Korrektur-Kennlinie, die in Fig. 1b die Abhängigkeit zwischen der Ausgangsspannung  $U_A$  von der Eingangsspannung  $U_E$  nur prinzipiell zeigt, verdeutlicht im Vergleich mit der Kennlinie nach Fig. 1a, die ebenfalls nur schematisch den Verlauf des Messsignals  $U_M$  zeigt, dass relativ hohe Spannungswerte  $U_M$  über den Grammaturbereich gesehen, keine oder nur eine geringe Verstärkung erfahren, während kleinere Spannungswerte, z.B. bei relativ großen Flächengewichten ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) eine wesentlich höhere, gegebenenfalls exponentielle Verstärkung erfahren.

Die daraus resultierende Zielkennlinie ZK mit der Spannung  $U_z$  in Abhängigkeit von der Grammatür ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) ist in Fig. 1c ebenfalls nur schematisch dargestellt.

Die gewünschte Zielkennlinie ZK kann ebenfalls aus einer punktweisen Abbildung des Messsignals  $U_M$  zum gewünschten Ausgangssignal  $U_z$  transformiert werden und somit die gewünschte Zielkennlinie ZK erreicht werden. Dazu wird ein Verstärker mit einstellbarer Verstärkung notwendig, der dann die Korrektur-kennlinie aus einem Mikroprozessor erhält.

Die Abbildung des Messsignals  $U_M$  zum gewünschten Ausgangssignal  $U_z$  anhand der Korrekturkennlinie KK kann ebenfalls statt wertdiskret bzw. punktweise auch wertkontinuierlich erfolgen.

Diese in Fig. 1c gezeigte Zielkennlinie könnte exemplarisch den mit durchgezogener Linie dargestellten Verlauf aufweisen, der drei Bereiche hat. Einen ersten und einen dritten relativ steil abfallenden Bereich sowie einen mittleren, nur relativ geringfügig zur Abszisse geneigten Bereich, der einen großen Grammaturbereich umfasst.

Da der erste und der dritte Bereich im Hinblick auf eine sichere Detektionsanzeige bzw. eindeutiges Schaltverhalten der Vorrichtung einen optimaleren Verlauf zeigen könnte, ist mit unterbrochenem Linienzug eine durch die Endpunkte der ersten Zielkennlinie ZK1 gehende, linear abfallende Zielkennlinie ZK2 als verbesserte Zielkennlinie dargestellt.

Im Hinblick auf die in Fig. 1 vom Prinzip her und blockschaltmäßig dargestellte Vorrichtung 1 zur Detektion von Einfachbogen, Fehlbogen oder Mehrbogen, ist das am Empfänger R erhaltenen Messsignal  $U_M$  einer Auswerteeinrichtung 4 zugeführt. Die Auswerteeinrichtung 4 ist vereinfachend mit der Verstärkereinrichtung 5 und nachgeschaltet einem Mikroprozessor 6 dargestellt.

Der Verstärkereinrichtung 5 wird im Beispiel die Korrektur-Kennlinie KK vorgegeben bzw. eingeprägt, so dass am Ausgang die Zielkennlinie ZK1 bzw. ZK2 zur weiteren Auswertung im Mikroprozessor 6 erhalten wird. Der Mikroprozessor 6 kann dann unter Berücksichtigung gespeicherter oder dynamisch errechneter Daten, wie Schwellwerte, ein entsprechendes Detektionsignal im Hinblick auf Einfachbogen, Fehlbogen oder Mehrfachbogen, insbesondere Doppelbogen erzeugen.

In Fig. 2 und den zugeordneten Fig. 2a, 2b, 2c, 2d ist schematisch das Verfahren und eine Vorrichtung dargestellt zur Detektion von Etiketten und gleichartigen Materialien, ohne dass ein Teach-in-Schritt durchgeführt werden müsste.

Die Bezugszeichen entsprechen hierbei den Bezugszeichen aus Fig. 1.

Der blockschaltartige Aufbau zeigt einen Sender T, z.B. für die Abstrahlung von Ultraschallwellen, und einen zugeordneten Empfänger R als Sensoreinrichtung 10. Zwischen Sender T und Empfänger R werden Etiketten 7 hindurchgeföhrt. Ziel der Vorrichtung ist es daher einerseits zu erkennen, ob Etiketten oder keine Etiketten vorliegen. Andererseits ist es auch möglich die Anzahl der durch die Sensoreinrichtung geführten Etiketten festzustellen.

Das bei Vorhandensein eines Etiketts im Empfänger R erhaltene Messsignal  $U_M$  bzw.  $U_E$  kann z.B. den schematisch angedeuteten Kennlinien-Verlauf über die Grammatur mit etwa linear, nicht-linear, exponentiell oder dergleichen ähnlich abfallenden Verlauf haben.

Die nachfolgende Auswerteeinrichtung, die z.B. eine Verstärkereinrichtung 5 und nachgeschaltet einen Mikroprozessor 6 aufweisen kann, erhält im Verstärker 5 eine Korrektur-Kennlinie, welche z.B. linear ansteigend (I.) oder exponentiell ansteigend (II.) wie in Fig. 2b gezeigt, ausgelegt sein kann. Am Ausgang des Verstärkers 5 wird unter Berücksichtigung der Korrektur-Kennlinie z.B. nach Fig. 2b eine Zielkennlinie über den Grammaturbereich erreicht, wie sie in Fig. 2c durch den Kurvenverlauf I. oder II. dargestellt ist.

Ein idealer Verlauf der Zielkennlinie ist in dem Diagramm nach Fig. 2 vom Prinzip her gezeigt.

Diese Zielkennlinie  $ZK_I$  hat den Verlauf einer negativ fallenden Geraden, von kleineren Grammaturen zu größeren Grammaturen, wobei optimalerweise eine konstante Steigung und eine maximale Spannungsdifferenz für die Ausgangsspannung  $U_z$  bei kleinen Grammaturunterschieden über den gesamten zur Detektion von Etiketten vorgesehenen Grammatur- bzw. Flächengewichtsbereich erreicht werden sollte.

Wie nachfolgend noch erläutert, kann die Korrektur-Kennlinie KK auch eine Kombination einzelner unterschiedlicher Kennlinien sein. Auch andere Korrektur-Kennlinien wie logarithmisch oder mehrfachlogarithmisch können abhängig vom Kennlinien-Verlauf des Messsignals  $U_M$  und der Verstärkungs-Kennlinie eingesetzt werden. Hierbei ist es das Ziel, nach Möglichkeit eine ideale Kennlinie  $ZK_I$ , wie in Fig. 2 dargestellt, zu erreichen.

Die Kurvenverläufe nach den Fig. 2a, 2b, 2c zeigen zwei Beispiele unterschiedlicher Kennlinien. Einerseits für das Mess-

signal  $U_M$  nach Fig. 2a mit dem Kennlinien-Verlauf MK einer ersten Kennlinie I und einer Kennlinie II mit unterbrochenem Linienzug.

Diese unterschiedlichen Kennlinien für das Messsignal MK I und MK II werden dann über beispielhaft dargestellte schematische Korrektur-Kennlinien KK in Fig. 2b derart transformiert, dass am Ausgang der Auswertung ein Kennlinien-Verlauf für die Zielkennlinie ZK entsprechend der Fig. 2c erreicht werden kann.

Zur weiteren Verdeutlichung ist in Fig. 2d in schematischer Darstellung die Ausgangsspannung  $U_A$  einer Verstärkereinrichtung über den Grammaturbereich mit einem exemplarischen Verlauf einer Messwert-Kennlinie  $M_{KE}$  für ein Etikett und der Zielkennlinie  $Z_{KE}$  dargestellt, wie dies unter Berücksichtigung einer dem Verstärker eingeprägten Korrektur-Kennlinie KK erreichbar ist. Die Darstellung gilt exemplarisch für die Erkennung von Etiketten bzw. von Klebestellen. Zur Erreichung der gewünschten Zielkennlinie  $Z_{KE}$  wird die Messwert-Kennlinie  $M_{KE}$  mittels einer geeigneten Korrektur-Kennlinie KK transformiert. Hierbei wird sozusagen jeder Punkt der Messwert-Kennlinie  $M_{KE}$  kontinuierlich oder wertdiskret bei digitalen Systemen, in einen entsprechenden Wert auf der Zielkennlinie  $Z_{KE}$  transformiert. Dies ist zur Verdeutlichung anhand der Pfeile dargestellt.

Im Eingangsbereich bei sehr dünnen Materialien, z.B. bei einer Grammatur zwischen 1 bis  $8 \text{ g/m}^2$  kann die Verstärkerspannung sehr leicht im Sättigungsbereich liegen. Andererseits kann durch die Verwendung von Folien bei Etiketten auch rasch der Grenzbereich des Verstärkers zum Rauschen erreicht werden, da Folien sehr stark bedämpfen.

Im Diagramm ist dies etwa im Bereich der Grammatur von 100 bis  $300 \text{ g/m}^2$  erkennbar.

Speziell bei derartigen Messwert-Kennlinien  $M_{KE}$  lässt sich das Verfahren der Kennlinienkorrektur besonders vorteilhaft einsetzen, so dass eine Sättigung des Messsignals bei sehr dünnen und stark dämpfenden Materialien vermieden wird, wodurch

- letztlich eine einwandfreie Detektion des Vorliegens bzw. Nichtvorliegens von Etiketten gewährleistet wird.

Exemplarisch ist in der Fig. 2d noch ein möglicher Verlauf der Messwert-Kennlinie  $MK_{DB}$  für einen Doppelbogen dargestellt, welche sich im oberen Grammaturbereich etwa asymptotisch der Doppelbogenschwelle  $DBS$  nähert.

Das Diagramm gemäß Fig. 3a zeigt als schematische Darstellung die prinzipielle Abhängigkeit eines normierten Ausgangsspannungssignals  $U_A/p.u.$  eines Signalverstärkers in Abhängigkeit vom Flächengewicht bzw. der Grammatur ( $g/m^2$ ) bei unterschiedlich ausgelegten Signalverstärkern für Einfach- und Mehrfachbögen, speziell Doppelbögen.

Die Linie I in Fig. 3a symbolisiert einen weitgehend idealisierten Verlauf in der Ausgangsspannung von Einfachbögen in Abhängigkeit von der Grammatur bei Verwendung eines näherungsweise linearen Signalverstärkers 5, wobei ein näherungsweiser exponentieller Abfall der Spannungslinie vorliegt. Diese Spannungskennlinie I berücksichtigt noch keine Korrektur-Kennlinie KK.

Aus dieser etwa exponentiell abfallenden Spannungskennlinie I wird durch Verwendung der dem entsprechenden Signalverstärker inhärenten bzw. eingeprägten nichtlinearen, insbesondere logarithmischen und/oder doppellogarithmischen Korrektur-Kennlinie KK, eine angestrebte Zielkennlinie II für Einfachbögen über einen sehr großen Grammaturbereich, d.h. verschiedenster Materialien.

Die Zielkennlinie II symbolisiert somit eine Kennlinie für das Ausgangssignal bei Einzelbögen bei Verwendung eines logarithmischen Signalverstärkers, wobei die Zielkennlinie II einen näherungsweise linearen Abfall aufweist.

Als Schaltschwellen sind im Diagramm nach Fig. 3a einerseits die Luftschwelle und andererseits die Doppelbogenschwelle beispielhaft eingetragen. Die Schnittpunkte der Zielkennlinie II

nach Fig. 3a mit der Luftschwelle bzw. der Doppelbogenschwelle zeigen eine ausreichend große Steilheit, um einen definierten relativ kleinen Materialbereich herum.

Der in der Nähe der Doppelbogenschwelle weitgehend asymptotische Verlauf der Kurve I wird durch die erfundungsgemäß vorgenommene Transformation einer Kurve I mit einer Korrektur-Kennlinie KK zur Zielkennlinie II, wodurch ein größerer Abstand des Spannungswertes für Einzelbögen gegenüber der Doppelbogenschwelle für schwerere Grammaturen bzw. Flächengewichte erreicht wird.

Dieses Beispiel verdeutlicht, dass die Detektion als "Fehlbogen" bzw. Luft oder als "Mehrfach- oder Doppelbogen" über einen großen Grammaturs- und Flächengewichtsbereich ohne einen Teach-in-Vorgang entsprechend der Erfindung sehr gut erreichbar ist.

Eine Signaltransformation von dem Messsignal  $U_M$  auf ein konstantes Ausgangssignal  $U_A$  des Einfachbogens über den gesamten Grammaturbereich bei im Idealfall mittigem Spannungswert zwischen den beiden Schwellwerten, nämlich oberem Schwellwert für Fehlbogen bzw. Luft und unterem Schwellwert für Mehrfachbogen bzw. Doppelbogen, wäre das erreichenswerte Ideal, d.h. entspräche der idealen Zielkennlinie ZK für den Einfachbogen. Diese ideale Zielkennlinie ist in Fig. 3b mit I markiert.

Weiterhin ist in Fig. 3a eine Kurve Ia gezeigt, die ein Mehrfachbogensignal, insbesondere ein Doppelbogensignal bei Verwendung eines näherungsweise linearen Signalverstärkers zeigt, wobei die Kurve Ia eine näherungsweise doppelt-exponentiellen Abfall der Mehrfachbogen-Kennlinie aufweist.

Die weiterhin beispielhaft dargestellte Kurve IIa symbolisiert ein Mehrfachbogensignal, insbesondere ein Doppelbogensignal, mit logarithmischer Korrektur-Kennlinie, wodurch näherungsweise ein einfacher logarithmischer Abfall der Mehrfachbogen-Kennlinie IIa erreicht wird.

Fig. 3b zeigt mehrere Zielkennlinien von Einzelbogen mit der Darstellung der normierten Ausgangsspannung  $U_A/p.u.$  des Signalverstärkers in Abhängigkeit von der Grammatur bzw. dem Flä-

chengewicht ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) bei Verwendung unterschiedlicher Signalverstärker.

Es sind verschiedene Grenz- und Schwellenwerte eingezeichnet. So kennzeichnet die oberste horizontale Linie mit unterbrochenem Linienzug beispielhaft die Sättigungsgrenze bzw. maximale Versorgungsspannung für einen eingesetzten Signalverstärker. Weiterhin ist exemplarisch bei etwa  $0,7 \text{ U}_A/\text{p.u.}$  der Schwellwert für Luft bzw. einem Fehlbogen dargestellt. Bei einem Wert von  $\text{U}_A$  mit etwa  $0,125$  ist die Doppelbogenschwelle und darunter liegend die Schwelle für das Rauschen von elektrischen Signalverstärkern beispielhaft eingezeichnet.

Die horizontale Linie I in Fig. 3b kennzeichnet eine ideale Zielkennlinie für Einfachbögen. Diese ideale Zielkennlinie zeigt keine Sättigung für dünne Materialien und hat einen hohen Abstand zur Schwelle des Rauschens bzw. zur Doppelbogenschwelle. Diese ideale Zielkennlinie bedeutet, dass die Ausgangsspannung  $\text{U}_A$  der Signalverstärkung bei Eingabe verschiedenster Grammaturen bzw. Flächengewichte in idealer Weise ein konstantes Signal ergeben würde.

Da hohe Störabstände bei dieser idealen Zielkennlinie für Einfachbogen gegenüber den eingezeichneten Schwellwerten vorliegen, kann von einem sicheren Schalten und einer sicheren Detektion von Einfachbogen, Fehlbogen oder Doppelbogen ausgegangen werden.

Mit der Kurve II ist eine nichtlineare Zielkennlinie dargestellt, die aufgrund der Wendepunkte relativ schwierig zu realisieren ist, aber als eine der idealen Zielkennlinie I für Einzelbogen angenäherte Kennlinie betrachtet werden kann.

Die relativ geradlinig verlaufenden Bereiche IIa und IIb könnten realisiert werden, wobei der Bereich IIa für leichtere Grammaturen zweckmäßigerweise über eine nahezu lineare Signalverstärkung realisiert werden kann. Der Bereich IIb für schwere Grammaturen kann z.B. mittels einer doppelt-logarithmischen Signalverstärkung realisiert werden, wobei der stark

nach unten abfallende Knick aufgrund Bedämpfungseigenschaften von Papieren mit sehr hoher Grammatur sich bei der technischen Realisierung als zu aufwändig erweist.

Die Kurve III stellt eine Zielkennlinie dar, die die Endpunkte der Kurve II auf einfachste Art und Weise mittels einer 2-Punkt-Geraden Verbindung einem Idealverlauf wie in der Kurve I dargestellt annähert. Z.B. kann dies durch die Verwendung eines mindest einfach-logarithmischen Signalverstärkers bewirkt werden und zeigt die Linearisierung der Messwerte für Einfachbogen über einen großen Grammaturbereich unter Berücksichtigung einer entsprechenden Korrektur-Kennlinie.

Die Kurve III weist eindeutige Durchgänge für die Schwellwerte für Luft bzw. für einen Doppelbogen auf, so dass eindeutige Schaltpunkte und Detektionskriterien in Bezug auf diese Schwellwerte vorliegen.

Zielkennlinien gemäß den Kurven I, II und III erlauben daher eindeutige Detektionen über ein gegenüber dem Stand der Technik verbreiterten Materialspektrum.

Die weiterhin dargestellte Kurve IV zeigt eine ungeeignete Zielkennlinie für Einzelbogen. Einerseits liegt sowohl im oberen Bereich ein asymptotischer Verlauf der Kurve IV zur Sättigungsgrenze und andererseits im unteren Bereich zum Schwellwert des Rauschens vor. Ein derartiger asymptotischer Verlauf sollte auch gegenüber den Schaltschwellen zu Luft bzw. zum Doppelbogen vermieden werden, da aufgrund geringer Signalunterschiede zu diesen Schwellen eine klare Unterscheidung der Zustände, Fehlbogen oder Doppelbogen, dann problematisch wäre.

Der steile Abfall der Kurve IV im mittleren Bereich erfasst in diesem Beispiel nur einen kleinen Grammaturbereich mit klarer Unterscheidung zu Fehlbogen oder Doppelbogen.

Da erfahrungsgemäß die Zielkennlinie über ein sehr großes Materialspektrum eine eindeutige Detektion für Einfachbogen, Fehlbogen oder Doppelbogen zulassen soll, sollte ein Verlauf gemäß Kurve IV, vermieden werden.

Die in den Fig. 1, 2, 3a und 3b aufgezeigten Grundsätze der Erfindung zeigen daher, bei der Auswertung des empfangenen Messsignals eine Signalverstärkung einzusetzen, der eine Korrektur-Kennlinie vorgegeben wird, die die Kennlinie der Ausgangsspannung  $U_A/p.u.$  in Abhängigkeit von der Grammatur der flächigen Objekte über einen großen Grammaturbereich invers oder nahezu invers oder der idealen Kennlinie zur Einfachbogenerkennung angenäherten Zielkennlinie in geeigneter Weise nachbildet. In dieser Weise wird eine lineare bzw. nahezu lineare Abhängigkeit zwischen dem von dem Empfänger empfangenen Messsignal  $U_E$  und der Signalspannung  $U_A$  am Ausgang des Signalsverstärkers erreicht.

Fig. 4a zeigt schematisch im kartesischen Koordinatensystem mit dem Materialspektrum  $g/m^2$  auf der Abszisse und der prozentualen Signalausgangsspannung  $U_A$  auf der Ordinate einen beispielhaften Verlauf einer Messwert-Kennlinie  $MK_{DB}$  für die Erkennung von Einfach- bzw. Doppelbögen.

Die ideale Zielkennlinie  $ZK_i$  für die Erkennung von Einfach-, Fehl- oder Doppelbögen ist eine Konstante mit Steigung 0 ( $H_{DB}=0$ ). Die erforderliche Korrektur-Kennlinie  $KK_{DB}$  ist für dieses Beispiel ebenfalls dargestellt. Hieraus wird erkennbar, dass zunächst eine Transformation der Punkte der Messwert-Kennlinie  $MK$  in Richtung der Pfeile  $P$  nach unten und anschließend für größer werdende Grammaturen eine Transformation nach oben erfolgt, um die ideale Zielkennlinie  $ZK_i$  für die Einfachbogenerkennung zu erreichen.

Das Beispiel nach Fig. 4b zeigt entsprechende Verläufe der Kennlinien für Etiketten.

Die Messwertkennlinie  $MK_E$  ist mit durchgezogenem Linienzug exemplarisch dargestellt.

Die ideale Zielkennlinie  $ZK_E$  stellt eine Gerade mit negativer Steigung bzw. hohem Hub dar.

Die für die Transformation erforderliche Korrektur-Kennlinie  $KK_E$  ist mit unterbrochenem Linienzug gezeigt und weist in diesem Fall eine Unstetigkeitsstelle im Schnittpunkt zwischen Messwert-Kennlinie  $MK_E$  und Zielkennlinie  $ZK_E$  auf.

Die Fig. 4c zeigt schematisch den Verlauf der Kennlinien für die Einfach- bzw. Doppelbogenerkennung für einen Fall, in dem die ideale Zielkennlinie nicht, sondern eine reale Zielkennlinie  $ZK_{DBr}$  erreicht wird. Die reale Zielkennlinie  $ZK_{DBr}$  hat daher einen Hub  $H_{DBr}$ , der größer als 0 ist. Die eingezeichnete Messwert-Kennlinie  $MK_{DB}$  könnte in diesem Fall durch das Einprägen, z.B. der Korrektur-Kennlinie  $KK_{DB}$ , als oberer, durchgezogener Linienzug, in die Zielkennlinie  $ZK_{DBr}$  transformiert werden. Diese Transformation ist mittels der Pfeile P angedeutet.

Das Diagramm nach Fig. 4d zeigt schematisch die Transformation einer Messwert-Kennlinie  $MK_{DB}$  für die Einfach- bzw. Doppelbogenerkennung zur gewünschten Zielkennlinie  $ZK_{DB}$ . Die Abszisse kennzeichnet das Materialspektrum  $g/m^2$ , wobei der realistische Messbereich  $M_{DBr}$  angedeutet ist.

Auf der Ordinate ist die Signalausgangsspannung  $U_A$  des Messwertes prozentual angedeutet. Diese entspricht etwa dem Dämpfungsmaß dB.

Weiterhin sind die virtuellen Endpunkte E1 und E2 als gedachte Schnittpunkte der Messwert-Kennlinie  $MK_{DB}$  mit der Zielkennlinie  $ZK_{DB}$  gezeigt.

Bei bekannter Messwert-Kennlinie  $MK_{DB}$  bei der Doppelbogenerkennung ist daher zur Erreichung einer, linearen Zielkennlinie  $ZK_{DB}$  eine Korrektur-Kennlinie  $KK_{DB}$  erforderlich, wie sie mit unterbrochenem Linienzug zwischen den Endpunkten E1 und E2 gezeigt ist. Gedanklich erfolgt daher die Transformation der Messwert-Kennlinie  $MK_{DB}$  in Richtung der Pfeile zur realen Zielkennlinie  $ZK_{DB}$ . Dies wird sozusagen durch eine Spiegelung der Messwert-Kennlinie  $MK_{DB}$  an der Achse  $ZK_{DB}$  nach Koordinatentransformation erreicht.

Diese Koordinatentransformation aus dem kartesischen Koordinatensystem in ein neues Koordinatensystem  $x'$ ,  $y'$  ist vereinfacht in Fig. 4f dargestellt.

Die weitere Darstellung nach Fig. 4e zeigt schematisch die Transformation der Messwert-Kennlinie  $MK_E$  bei Etiketten in die

gewünschte, ideale Zielkennlinie  $ZK_E$  mittels der erforderlichen Korrektur-Kennlinie  $KK_E$ .

Bei bekannter Messwert-Kennlinie  $MK_E$  kann die Korrektur-Kennlinie  $KK_E$  mittels Spiegelung von  $MK_E$  an der Achse der Zielkennlinie  $ZK_E$  nach erfolgter Koordinatentransformation (siehe Fig. 4f) erreicht werden. Die in Fig. 4f dargestellte Koordinatentransformation zeigt vereinfachend die Verschiebung für ein geradliniges Koordinatensystem  $x, y$  um einen Winkel  $\alpha$ .  $x, y$  sind hierbei z.B. die Achsen des kartesischen geradlinigen Koordinatensystems.

Durch die Koordinatentransformation wird das neue Koordinatenbezugssystem durch die gedachte Bezugsachse der Zielkennlinien  $ZK_{DB}$  oder  $ZK_E$  vorgegeben.

Unter Beibehaltung des kartesischen Koordinatensystems gilt für die Transformation:

$$\begin{aligned}x' &= x \cdot \cos\alpha + y \cdot \sin\alpha; \\y' &= -x \cdot \cos\alpha + y \cdot \sin\alpha.\end{aligned}$$

Im Hinblick auf die erforderliche Korrektur-Kennlinie  $KK$  gilt, dass sich diese erst nach der Koordinatentransformation in Bezug auf die Neuausrichtung durch die gewünschte Zielkennlinie  $ZK_{DB}$  oder  $ZK_E$ , durch Spiegelung an der entsprechenden Zielkennlinie  $ZK_{DB}$  oder  $ZK_E$  ergibt.

In den Fig. 4g und 4d wird schematisch der grundsätzliche Unterschied zwischen idealer und realer Zielkennlinie für den Einfach- bzw. Doppelbogen (Fig. 4g) und die Etikettenerkennung (Fig. 4d) dargestellt.

Die Fig. 4g für den Einfachbogen zeigt die ideale Zielkennlinie  $ZK_i$ , die im Idealfall geradlinig, ohne Steigung verläuft, also konstant ist. Hierbei wäre der Hub  $H_i = 0$  über den gesamten idealen Bereich über des Materialspektrums  $M_i$ .

Bei der Einfachbogenerkennung würde man daher mit einer derartigen idealen Zielkennlinie  $ZK_i$  einen maximalen Abstand zur oberen Luftschwelle ebenso wie einen maximalen Abstand zur darunter angezeigten Doppelbogen-Schwelle erreichen.

Der Pfeil im Diagramm kennzeichnet den Übergang von der idealen Zielkennlinie  $ZK_i$  zu realen Zielkennlinien, z.B.  $ZK_1$  bzw.  $ZK_2$ .

Es wird hierbei erkennbar, dass je flacher die reale Zielkennlinie verläuft, desto breiter ist das detektierbare Materialspektrum  $M_1$  bzw.  $M_2$ .

Die Fig. 4h zeigt ein vergleichbares Diagramm zu Zielkennlinien  $ZK$  für die Etikettenerkennung.

Die ideale Zielkennlinie  $ZK_i$  für die Etikettenerkennung hat hierbei einen maximalen Hub  $H_i$  über einen relativ großen Bereich des Materialspektrums, der als ideales Materialspektrum  $M_i$  gekennzeichnet ist.

Reale Zielkennlinien  $ZK_1$  bei der Etikettenerkennung weichen jedoch von der idealen Zielkennlinie  $ZK_i$  in Richtung des Pfeiles ab. Dementsprechend hat die realere Zielkennlinie  $ZK_1$  einen geringeren Hub  $H_1$  und auch ein kleineres Materialspektrum  $M_1$ .

Je steiler daher die reale Zielkennlinie ist und sich der idealen Zielkennlinie  $ZK_i$  nähert, desto mehr Hub steht für ein vorgegebenes Materialspektrum zur Verfügung.

In den Fig. 4i und 4j sind exemplarisch Messwert-Kennlinien und Korrektur-Kennlinien und daraus abgeleitete Zielkennlinien dargestellt.

So ist in Fig. 4i eine Messwert-Kennlinie  $MK$  gezeigt, welche bei einem bestimmten Materialspektrum für die Einfach- bzw. Doppelbogenerkennung eingesetzt werden könnte. Die Korrektur-Kennlinie  $KK$  hat die Funktion

$$y = -\ln(1/x) + 3.$$

Die Korrektur-Kennlinie ist hierbei eine aus einer e-Funktion und einer Invers- bzw. Umkehrfunktion  $x = \ln(1/y)$  abgeleitet.

Die dargestellten Zielkennlinien  $ZK_1$  und  $ZK_2$  können daher aus der Messwert-Kennlinie MK und der Korrektur-Kennlinie KK im Wesentlichen durch die Differenz hergeleitet werden.

Das Beispiel nach Fig. 4j zeigt ebenfalls schematisch Kennlinien zur Einfach- bzw. Doppelbogenerkennung.

Die Messwert-Kennlinie MK ist in diesem Beispiel näherungsweise aus einer gewichteten Hyperbel abgeleitet. Die Korrektur-

Kennlinie KK ist eine aus einer logarithmischen Funktion abgeleitete Korrektur-Kennlinie. Die Messwert-Kennlinie MK kann in diesem Beispiel unter Berücksichtigung der Korrektur-Kennlinie KK zu einer Zielkennlinie ZK transformiert werden, die näherungsweise einer idealen Zielkennlinie für die Einfach- bzw. aDoppelbogenerkennung entspricht.

Anhand der Fig. 5a, 5b und 5c werden nachfolgend einige grundlegende Prinzipien des erfindungsgemäßen Verfahrens und der entsprechenden Vorrichtung am Beispiel einer mit Ultraschall arbeitenden Sensoreinrichtung und den zur klaren Detektion wesentlichen physikalischen Unterschieden anhand eines Doppelbogens, eines Doppelbogens mit Klebestelle und am Beispiel von Etiketten kurz dargelegt.

Diese grundsätzlichen Überlegungen gelten wengistens teilweise auch für andere Sensoreinrichtungen, z.B. optischer, induktiver kapazitiver Art.

In Fig. 5a ist schematisch die Überlappung zweier Einzelbogen dargestellt, so dass in dem Überlappungsbereich von einem Doppelbogen 11 gesprochen werden kann. Dieser Doppelbogen 11 soll aus zwei Papierbögen bestehen, wobei der Zwischenraum zwischen den beiden Einfachbögen ein von deren Material verschiedenes Medium ist. Da eine berührungslose Detektion vorgesehen ist, kann davon ausgegangen werden, dass zu beiden Seiten des Doppelbogens Luft mit dem Parameter  $Z_0$  vorhanden ist und auch das Zwischenmedium im Überlappungsbereich der Einfachbögen Luft mit  $Z_0$  ist, welche als Luftpölster durch die Oberflächenrauigkeit der Materialien bei diesem Doppelbogen vorhanden ist.

Die Wirkungsrichtung des Messverfahrens, z.B. mittels Ultraschall, ist im Beispiel senkrecht zum Doppelbogenbereich, so dass ein transmittiertes Ultraschallsignal bei einem derartigen "echten Doppelbogen" durch die Mehrfachbrechung über mindestens drei Grenzflächen sehr klein wird, d.h. der Transmissionsfaktor über drei Schichten in idealer Weise gegen null geht.

In allgemeinerer Betrachtung kann daher ein Doppelbogen bzw. Mehrfachbogen als eine Materialstruktur angesehen werden, die eine Bogenschichtung oder eine Schachtelschichtung aufweist und in einem der Zwischenräume zwischen der Bogenschichtung mindestens ein von den verschiedenen Bogenmaterialien verschiedenes Medium, insbesondere Luft, vorhanden ist, welches zu den Bogenmaterialien im Falle eines Ultraschall-Messverfahrens eine deutlich unterschiedlichen akustischen Widerstand aufweist und somit zu Signalreflexionen führt. Bei Einlegen zweier oder mehrerer Bögen ist die Signalbedämpfung durch Signalbrechung und Reflexion so groß, dass das ausgesendete Signal überproportional stark bedämpft wird. Bei anderen Messverfahren betrifft dies die Opazität und die Oberflächenbeschaffenheit und Farbe und Dicke, ein anderes Dielektrikum, andere elektro-magnetische Leitfähigkeit oder andere magnetische Bedämpfung.

Unter einem derartigen Doppelbogen fällt auch eine Verbindung von Bögen, welche nicht haftend ausgelegt ist, z.B. mittels einer mechanischen Verzahnung oder Rändelung von Bögen, da das entsprechende Zwischenmedium ebenfalls Luft wäre.

Diese Betrachtung gilt auch für Mehrfachbogen, bei denen drei oder mehr einzelne Lagen von Bogenmaterialien übereinander geschichtet sind.

In der Fig. 5b ist schematisch ein Doppelbogen 12 mit Klebestelle 13 gezeigt.

Die Wirkungsrichtung des eingesetzten Messverfahrens, wobei wiederum von Ultraschall ausgegangen wird, ist mit Pfeilen ange deutet.

Als Klebestelle im Rahmen dieser Betrachtung werden stumpfe, mehr oder weniger überlappende oder dergestalt ausgeführte Verbindungen von Bögen, insbesondere Papierbögen, Kunststoffen, Folien und Stoffen (Vliesen), angesehen. Die Verbindung geschieht dabei überwiegend mittels mindestens eines teilflächig oder vollflächig haftenden Mediums, insbesondere mittels ein- oder zweiseitig vorgesehener Haft- und Klebestreifen bzw. Kleber.

In physikalischer Hinsicht bedeutet daher eine Klebestelle für ein Verfahren mittels Ultraschall einen "akustischen Kurzschluss" durch das der Zwischenraum zwischen oberem Bogen  $Z_1$  und unterem Bogen  $Z_2$  ausfüllende und diese innig verbindende Klebematerialschicht, wobei oberhalb und unterhalb der Einfachbogen Luft mit  $Z_0$  angenommen wird.

Eine Klebestelle könnte daher im Detektionsverfahren mittels Ultraschall im Wesentlichen als Einfachbogen mit hoher Grammatur detektiert werden.

In Fig. 5c sind schematisch zwei Ausführungsformen von Etiketten 15, 17 dargestellt.

Im Rahmen dieser Anmeldung wird unter Etikett mindestens eine oder mehrere auf einem Grund- oder Trägermaterial haftend aufgebrachte Materialschicht oder Materialschichten verstanden. Das geschichtete Material verhält sich z.B. bezüglich der Schalltransmission nach außen hin wie ein verbundenes Materialstück, so dass teilweise keine signifikante Bedämpfung der jeweiligen physikalischen Größen vorliegt, sondern nur eine vergleichsweise geringe, aber noch gut auswertbare Bedämpfung. Mögliche Inhomogenitäten im Trägermaterial oder aufgebrachtem Material finden bei dieser Betrachtung keine Berücksichtigung, da insbesondere bei Etiketten von einem fehlerfreien Material ausgegangen werden kann.

Das Etikett 15 weist im Beispiel nach Fig. 5c ein auf einem Trägermaterial mittels einer innigen Haftverbindung aufgebrachtes oberes Material mit dem Parameter  $Z_2$  auf. Auf beiden Seiten des Etikettes ist Luft mit dem Parameter  $Z_0$  vorhanden. Durch diese innige Haftverbindung liegt zwischen den Materialien bei einem Detektionsverfahren mittels Ultraschall ein akustischer Kurzschluss vor, so dass eine Analogie zu Klebestellen nach Fig. 5b vorhanden ist.

Gleches gilt auch für das Etikett 17 nach Fig. 5c, was sich lediglich durch eine zweite, obere aufgebrachte Materialschicht von dem Etikett 15 unterscheidet. Auch in diesem Fall kann von einem akustischen Kurzschluss zwischen den Materialien ausgegangen werden.

Diese grundlegenden Betrachtungen im Rahmen der Erfindung zur Detektion von Doppelbögen, Klebestelle, Etikett und dergleichen, erlaubt es daher mittels des erfundungsgemäßen Verfahrens bzw. der Vorrichtung auch anders geschichtete Einfachbögen oder mehrfach geschichtete Materialien zu detektieren und zu unterscheiden. Insbesondere ist hierdurch auch die Detektion bzw. das Zählen von auf flachen Materialien aufgebrachten Etiketten, die eine dazwischen liegende Objektlücke aufweisen, möglich.

In Fig. 6 ist schematisch und blockschaltartig eine Vorrichtung zur Fehl-, Einfach- und Mehrfachbogenerkennung gezeigt, wobei die Korrektur-Kennlinie als Kombination einzelner Kennlinien erzeugt wird.

Zwischen dem Sender T und dem Empfänger R werden die zu detektierenden flächigen Materialien bzw. Bogen geführt. Die nach den Verstärkern resultierend e Korrektur-Kennlinie wird im Beispiel mit einer ersten Korrektur-Kennlinie in der Verstärkereinrichtung 21 und einer zweiten Korrektur-Kennlinie in der Verstärkereinrichtung 22, die parallel geschaltet ist, verwirklicht. Das am Ausgang des Empfängers R vorliegende Messsignal bzw. dessen Kennlinienverlauf über die Grammatik wird daher einer kombinierten Korrektur-Kennlinie unterzogen, um

eine gut auswertbare Zielkennlinie 23 zu erhalten, die in einem Mikroprozessor 6 weiter bewertet wird.

Im Hinblick auf die Kombination von Korrektur-Kennlinien kann dies auch in einem Signalverstärker realisiert werden oder in mehreren in Reihe geschalteten oder parallel geschalteten einzelnen Signalverstärkern zur Erzeugung der Gesamtverstärkung. Die Realisierung der Korrektur-Kennlinie kann daher auf unterschiedlichste Weise erfolgen, da der wesentliche Grundgedanke der Erfindung, eine Detektion von Einfachbogen, Fehlbogen oder Mehrfachbogen durchzuführen, und dies über einen großen Grammaturbereich, ohne einen Teach-in-Vorgang integrieren zu müssen, beibehalten wird.

In Fig. 7 ist der schematische und blockschaltartige Aufbau einer modifizierten Vorrichtung zur Realisierung der Erfindung dargestellt. Das Messsignal des Empfängers R wird nachfolgend auf eine Verstärkereinrichtung 24 geführt, deren Signalausgang auf einen Mikroprozessor 6 geleitet ist.

Der Mikroprozessor 6 erlaubt es in diesem Beispiel über die Rückkopplung im Pfad A eine vorgegebene Korrektur-Kennlinie über das symbolisierte Potenziometer 25 einzustellen.

In einer alternativen Schaltungsweise wird eine entsprechende Korrektur-Kennlinie mittels des Mikroprozessors 6 und den erhaltenen oder gespeicherten Daten errechnet und über den Pfad B auf die Verstärkereinrichtung 24 rückgekoppelt und eingeprägt.

Auch ist es möglich, eine Korrektur-Kennlinie empirisch oder über die Messung eines repräsentativen Materialspektrums, welches detektiert werden soll, zu ermitteln und der Auswerteeinheit inklusive Mikroprozessor 6 einzugeben. Hierbei kann die ermittelte Korrektur-Kennlinie C über den Pfad B der Verstärkereinrichtung 24 wertdiskret oder wertkontinuierlich eingeprägt werden oder die Bewertung des verstärkten Ausgangssignals direkt im Mikroprozessor 6 auf der Basis der Korrektur-Kennlinie C durchgeführt werden.

In Fig. 8 ist in schematischer Darstellung die empirische Bestimmung einer Messsignal-Kennlinie gezeigt. Hierzu werden zwischen dem Sender T und dem Empfänger R eine Vielzahl am Markt übliche Materialien vorbeigeführt und hierüber die entsprechende Messsignal-Kennlinie ermittelt. Üblicherweise wird hierbei der Messbereich durch das Einbringen des dünnsten verfügbaren Bogenmaterials A und des dicksten zu detektierenden Bogenmaterials B festgelegt werden.

Die derart ermittelte Messsignal-Kennlinie kann dann dem weiterverarbeitendem System, z.B. einem Mikroprozessor, zugeführt werden, um zu dieser Messsignal-Kennlinie eine weitgehende optimale Korrektur-Kennlinie zu ermitteln um die geforderte Zielkennlinie zu erreichen.

In Fig. 9 ist schematisch eine erfindungsgemäße Vorrichtung 40 zur berührungslosen Detektion von Mehrfachbogen A, ohne die Durchführung eines Teach-in-Schrittes, und der Detektion von auf einem Trägermaterial haftend aufgebrachten Materialschichten B, z.B. Etiketten, dargestellt.

Ein wesentlicher Gedanke hierbei ist, die Messsignalauswertung für Mehrfachbogen einem separaten Kanal A mit entsprechender Korrektur-Kennlinie zuzuleiten sowie parallel dazu die Messsignalauswertung für Etiketten B einem separaten Kanal B mit angepasster Korrektur-Kennlinie zuzuführen.

Das am Ausgang des Empfängers R erhaltene Messsignal wird daher über einen seitens des Mikroprozessors 6 gesteuerten Multiplexer 34 auf den entsprechenden Kanal A oder Kanal B geschaltet. Die Signalverstärkung im Kanal A unterliegt hierbei einer separaten Korrektur-Kennlinie mit optimaler Auslegung zur Mehrfachbogenerkennung. Die Signalverstärkung im Kanal B unterliegt einer Korrektur-Kennlinie für das Etiketten-Messsignal. Beide Kanäle A, B werden über einen nachfolgenden Multiplexer 35, der ebenfalls mikroprozessorgesteuert ist, dem nachgeschalteten Mikroprozessor 6 zur weiteren Auswertung und Detektion von Mehrfachbogen oder Etikett zugeführt.

Diese Vorrichtung 40 eignet sich sowohl für die Detektion mittels Ultraschallwellen. Der wesentliche Vorteil ist die ge-

zielte Möglichkeit, die jeweils geeignetsten Korrektur-Kennlinien für die grundsätzlich verschiedenen Messaufgaben, nämlich für die unterschiedlichsten Materialtypen, wie im vorliegenden Fall Mehrfachbogen und Etiketten, zur Auswertung mit einzubeziehen.

Fig. 10 zeigt schematisch ein Diagramm der normierten Ausgangsspannung  $U_A$  in % in Abhängigkeit von der Grammatuur. Eingezeichnet ist die Zielkennlinie 42 eines Einfachbogens bei logarithmischer Verstärkung über den Grammaturbereich. Dargestellt sind weiterhin im oberen Bereich mit durchgezogener Linie die Luftschwelle LS und im unteren Bereich mit unterbrochenem Linienzug die Doppelbogenschwelle DBS.

Wesentlich ist jedoch, dass die Doppelbogenschwelle dynamisch vorgesehen werden kann, wobei dies über Abschnitte des Grammaturbereiches konstant erfolgen kann. Dies ist durch die Linienzüge B1, B2 und B3 verdeutlicht.

Andererseits ist die dynamische Einstellung der Doppelbogenschwelle auch linear bzw. als Polynomzug beliebigen Grades verlaufend einstellbar, wie dies beispielsweise zwischen den Punkten P1, P2, P3 und P4 gezeigt ist.

Mit dieser dynamischen Einstellung der Doppelbogenschwelle lässt sich eine zusätzliche Erweiterung der messbaren Grammaturen bzw. Flächengewichte erreichen, so dass das detektierbare Materialspektrum noch vergrößert werden kann.

Die Fig. 11 betrifft ein weitgehend ähnliches Diagramm wie die Fig. 10, wobei der Verlauf der Zielkennlinie 42 für den Einfachbogen über den gesamten Grammaturbereich weitgehend übereinstimmt. Eingezeichnet ist einerseits die dynamische Schwelle MBS für den Mehrfachbogen und deren Verlauf zwischen den Punkten P1a, P2a und P3a.

Der Kurvenverlauf 44 markiert hierbei den oberen Wert des Flatterbereiches für einen Einfachbogen und die Kurve 45 den unteren Wert des Flatterbereichs für einen Einfachbogen.

In den Fig. 12a, 12b, 12c ist in schematischer Weise die prinzipielle Anordnung zur Detektion von einwelliger Wellpappe 51 bzw. zweiwelliger Wellpappe 60 sowie die Laufrichtung L unter Berücksichtigung von zwei Sensoren 61, 62, insbesondere Ultraschallsensoren, dargestellt.

Die Wellpappe 51 nach Fig. 12a ist einwellig und hat an ihren Adhäsionspunkten mit einer unteren Bodenlage 52 bzw. einer oberen Decklage 53 Klebstoffbereiche 54. Diese Klebstoffbereiche 54 zwischen Pappwelle und den entsprechenden, z.B. horizontal verlaufenden Boden- bzw. Decklagen, stellen sozusagen einen "akustischen Kurzschluss" bei der Verwendung von Ultraschall dar.

Der im Beispiel nach Fig. 12a eingesetzte Sensor weist einerseits den Sender T und den Empfänger R auf, die in ihrer Hauptachse koaxial zueinander ausgerichtet sind. Die Ausrichtung von Sender T und Empfänger R erfolgt bevorzugterweise etwa senkrecht zur größten Wellenfläche 55 bzw. unter einem Winkel  $\beta_1$  zur Lotrechten der einwelligen Wellpappe.

Der weiterhin angeführte Winkel  $\beta_2$  markiert den Winkel zwischen der Lotrechten zur Wellpappe und der Flächenrichtung der Hauptfläche der Welle.

Der optimale Winkel  $\beta_1$  zur Schalleinkopplung bei einem Ultraschallsensor auf eine einwellige Wellpappe, welche einen erforderlichen akustischen Kurzschluss AK zwischen Bodenlage 52 und Decklage 53 aufweist, wird durch die Steigung  $t/2h$  bestimmt. Hierbei ist t der Abstand zwischen zwei Wellenbergen und h die Höhe der Welle bzw. der Abstand zwischen Bodenlage und Decklage.

Bei einer optimalen Anordnung des Sensors ist man bestrebt, eine Ausrichtung mit  $\beta_1=\beta_2$  zu erreichen, wobei diese Winkel dann  $45^\circ$  wären. Die Übereinstimmung der Winkel  $\beta_1$  und  $\beta_2$  ist jedoch nicht zwangsläufig zur Detektion von Fehl-, Einfach- oder Mehrfachlagen von Wellpappen erforderlich.

In Fig. 12b ist eine zweilagige Wellpappe 60 mit der unteren ersten Welle 58 und der oberen zweiten Welle 59 dargestellt. Die Anordnung eines Ultraschall-Sensors T, R entspricht dem nach Fig. 12a.

Wesentlich für die Detektion bei zweiwelligen oder mehrwelligen Wellpappen ist auch hier der akustische Kurzschluss AK1 und AK2 zwischen den einzelnen Lagen, d.h. eine materialmäßige Verbindung im Sinne eines Klebstoffes zwischen den Wellen und den einzelnen Decklagen. Auf diese Weise ist es möglich, bei einem Ultraschall-Sensor eine hohe Schallenergie auf die mehrwellige Wellpappe zu übertragen, so dass eine maximale Krafteinwirkung etwa lotrecht zur aufgespannten Fläche der Welle erreicht wird.

Die Darstellung nach Fig. 12c zeigt das Prinzipschema, gemäß dem die Laufrichtung L, z.B. einer einwelligen oder mehrwelligen Wellpappe detektiert werden kann.

Es sind hierfür zwei Sensoren 61, 62 erforderlich. Ein erster Sensor 61, der z.B. als Ultraschall-Sensor ausgebildet ist, wird in der Anordnung, wie vorausgehend in den Fig. 12a und 12b dargestellt, vorgesehen.

Weiterhin wird ein zweiter Sensor 62 um  $90^\circ$  gedreht eingesetzt. In dieser Lage, die sozusagen längs der Wellenvertiefung bzw. der Richtung des Wellenberges orientiert ist, wird ausschließlich das Signal "Mehrzahlbogen" detektiert. Dies auch, wenn sogar ein "Einfachbogen" vorliegt.

Diese Gegebenheiten können zur Fehlerauswertung bei falsch eingelegten Wellpappenbogen verwendet werden, d.h. dass die Wellenrichtung nicht mit der Durchzugsrichtung bzw. Laufrichtung der Wellpappe übereinstimmt.

Es ist auch möglich, zwei Sensoren einzusetzen und die Ausgangssignale der Sensoren zu verknüpfen, so dass die Detektion von Einfach- bzw. Mehrfachbogen bei Wellpappen möglich ist.

Fig. 13 zeigt in schematischer Darstellung eine Draufsicht auf eine Vorrichtung 1 zur berührungslosen Detektion von flächigen Objekten, z.B. Papierbogen oder metallkaschierten Bogen. In Förderrichtung F werden Papierbogen 3 oder alternativ Blechbögen als Einfachbogen transportiert. Die Vorrichtung 1 besteht beispielsweise aus drei quer zur Förderrichtung F angeordneten ersten Sensoren 9 einer Sensoreinrichtung 10, die mit Ultraschall-Sensoren ausgestattet ist. Vorgeschaltet in Förderrichtung F sind weiterhin drei optische oder z.B. drei induktive oder drei kapazitive Sensoren 44 einer zweiten Sensoreinrichtung 45 angeordnet. Die Sensoren 9, 44 sind dabei über eine Bus-Leitung 46 auf eine Auswerteeinrichtung 4 geführt, die eine Verstärkereinrichtung 5 und eine Auswerteeinheit, z.B. einen Mikroprozessor 6 aufweist. Alternativ kann auf die Verstärkereinrichtung 5 verzichtet werden, wenn eine Verstärkung und Signalaufbereitung bis zur Ausgangssignalanzeige in den Sensoren 9 und 44 erfolgt, so dass die Ausgangssignale direkt an der Auswerteeinheit 6 anliegen.  
Die Bereiche 2 stellen dabei einen Mehrfachbogen, insbesondere einen Doppelbogen 2 dar.

In Fig. 14 ist der vertikale Schnitt durch die Vorrichtung 1 nach Fig. 13 schematisch dargestellt.

Es ist insbesondere erkennbar, dass die Sender T der Sensoren 9, 44 sehr dicht unterhalb der zu ermittelnden Bogen angeordnet sind. Insbesondere gilt dies bei Ultraschall-Sensoren.

Im Abstand gegenüber den Sendern T sind oberhalb der Transportbahn Empfänger R der verschiedenen Sensoren 9, 44 angeordnet.

Gleiche Elemente der Baugruppen sind in beiden Figuren 12, 13 mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Betrachtet man in Fig. 13 die Transportbahn von rechts nach links, so ist zunächst ein Einfachbogen 3 erkennbar. Diesem schließt sich zwischen den Ultraschallsensoren 9 ebenfalls ein Teil eines Einfachbogens 3 an.

Der Sensor 44 mit Sender T und Empfänger R hingegen ist auf einen Doppelbogen 2 gerichtet, so dass das transmittierte Signal relativ stark gedämpft ist und nachfolgend in der Auswerteeinrichtung 4 ein entsprechendes Detektionssignal erzeugt wird.

Die besonders vorteilhafte Kombination der Sensoren ergibt sich in der Weise, dass bei Nicht-Detektion eines Mehrfachbogens durch den Sensor 44 dieser durch den nach einem anderen physikalischen Sensorprinzip arbeitenden Sensor 9 mit höherer Sicherheit detektiert wird. Hierbei können zu den Sensoren 44 und 9 in gleicher Analogie weitere Sensoren über dem flächigen Bogenmaterial angeordnet werden.

An Stelle der transmittierend arbeitenden Sensoren können beispielsweise bei optisch opaken Materialien und akustisch ab einer bestimmten, schwer durchdringbaren Dicke, für Blechbögen auch induktive Sensoren in Kombination zu Ultraschallsensoren eingesetzt werden. Hierbei erweist es sich als besonders vorteilhaft, wenn der Ultraschallsensor und der induktive Sensor nach dem Verfahren der Korrekturkennlinie arbeiten. Dies erweitert für beide physikalischen Sensorprinzipien das Blechspektrum, bezüglich Dicke bzw. Material, wobei die sehr dünnen Bleche bevorzugt mit dem Ultraschallsensor auf Fehl-, Einfach-, und Mehrfachbogen überprüft werden können und die sehr dicken Bleche von dem induktiven Sensor detektiert werden. Insbesondere kann auch die Kombination von wenigstens zwei Ultraschallsensoren, z.B., nach dem Transmissionsprinzip und dem Reflexionsprinzip verwendet werden.

Die der Auswerteeinrichtung 4 zugeführten Signale können dabei kanalweise, additiv oder logisch verknüpft verarbeitet werden, wobei abhängig von den Sensortypen unterschiedliche Korrektur-Linien eingesetzt werden können.

Muss die Sensorkombination zur Fehl-, Einfach-, und Mehrfachbogenerkennung nicht zwangsweise berührungs frei arbeiten, dann kann zu den berührungs frei arbeitenden Sensoren wenigstens ein mechanischer Sensor hinzugenommen werden, um die Detektion von sehr dicken und stabilen Materialien auf einfache und günstige Art und Weise zu gewährleisten. Hierbei kann die mechanische Mehrfachbogenkontrolle auf einen Mindestabstand, z.B. 2 mm, eingestellt werden. Fehl-, Einfach- und Doppelbogenerkennung unterhalb des Mindestabstandes der mechanischen Mehrfachbogenkontrolle wird durch die berührungs frei arbeitenden Sensoren, wie optisch, kapazitiv, induktiv oder per Ultraschall, gewährleistet.

Unter Berücksichtigung der vorausgehenden Beschreibung schafft die Erfindung verfahrens- wie vorrichtungsmäßig eine Lösung zur sicheren Erkennung von Einfachbögen, Fehlbögen und Mehrfachbögen, speziell Doppelbögen, wobei dies nicht nur über einen sehr breiten Grammaturs- und Flächengewichtsbereich gilt, sondern auch im Hinblick auf flexible Einsatzmöglichkeiten und unterschiedliche Materialspektren.

Durch Einsatz von nach verschiedenen physikalischen Wirkprinzipien arbeitenden Sensoren, welche zugleich mit dem kennlienkorrigierenden Verfahren arbeiten, lässt sich im Vergleich zum Stand der Technik ein signifikant breiteres und zugleich das breiteste Materialspektron detektieren. Somit wird in vorteilhafter weise das bereits erweiterte Materialspektrum eines einzelnen Sensors, welcher nach dem Verfahren der Kennlinienkorrektur arbeitet, nochmals durch die Hinzunahme wenigstens eines weiteren Sensors erweitert.

Zudem verbessert sich durch die Hinzunahme wenigstens eines anderen Sensors und die logische Verknüpfung der Ausgangssignale die Redundanz und somit die Detektionssicherheit. Durch das Verfahren der Kennlinienkorrektur kann auf ein Einlernvorgang bei den Sensoren verzichtet werden, die nach dem Verfahren arbeiten. Dazu kombinierte Sensoren ohne Kennlinienkorrektur, d.h. nach dem Stand der Technik, benötigen weiterhin einen Einlernvorgang.

Das Einlernverfahren wird jedoch deutlich vereinfacht, da die Sensoren welche nach dem Verfahren der Kennlinienkorrektur arbeiten bei einem Einlernvorgang der Sensorkombination nicht zu berücksichtigen sind.

# Weber & Heim

Deutsche Patentanwälte  
 European Patent Attorneys  
 European Trademark Attorneys

Irmgardstrasse 3  
 D-81479 München  
 Tel. +49-(0)89 799047  
 Fax +49-(0)89 7915256  
 mail@weber-heim.de

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur berührungslosen Detektion von flächigen Objekten,  
 insbesondere in Bogenform, wie Papier, Folien, Blechen und ähnlich flächigen Materialien oder Verpackungen, in Bezug auf Einfachbogen, Fehlbogen oder Mehrfachbogen der flächigen Objekte,  
 wobei die flächigen Objekte im Strahlungsweg mindestens eines Senders und eines zugeordneten Empfängers einer Sensoreinrichtung angeordnet werden und  
 wobei die durch die flächigen Objekte transmittierte Strahlung oder die bei einem Fehlbogen vom Empfänger empfangene Strahlung, als Messsignal ( $U_M$ ) empfangen wird und das Messsignal ( $U_M$ ) einer nachfolgenden Auswertung zur Erzeugung eines entsprechenden Detektionssignales zugeführt wird,  
 dadurch gekennzeichnet,  
 dass der Auswertung mindestens eine Korrektur-Kennlinie (KK) vorgegeben wird,  
 dass die Korrektur-Kennlinie (KK) die Kennlinie der Eingangsspannung ( $U_E$ ,  $U_M$ ) des Messsignales ( $U_M$ ) vom Empfänger (R) in Abhängigkeit von der Grammatur oder dem Flächengewicht der flächigen Objekte (2), derart zur Zielkennlinie (ZK) transformiert,  
 dass für Papiere und dgl. Materialien eine lineare, nahezu lineare oder eine der idealen Kennlinie des Einfachbogens angenäherte Kennlinie, als Zielkennlinie zwischen Ausgangsspannung ( $U_A$ ,  $U_z$ ) am Ausgang der Auswertung und der Grammatur oder dem Flächengewicht, zur Erzeugung des entsprechenden Detektionssignales erreicht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Korrektur-Kennlinie (KK) für Papiere und dgl.  
Materialien  
von einer an der idealen oder daran angnäherten Zielkenn-  
linie (ZK) zur Einfachbogenerkennung gespiegelten Kennli-  
nie der Eingangsspannung ( $U_E$ ,  $U_M$ ) des Messsignals herge-  
leitet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Korrektur-Kennlinie für Papiere und dgl. Materi-  
alien  
von einer an der idealen Zielkennlinie des Einfachbogens  
angenäherten Zielkennlinie nach kartesischer Koordinaten-  
transformation in Bezug auf die verbindenden Gerade der  
beiden Endpunkte der Messwertkennlinie für das zu detek-  
tierende Materialspektrum gespiegelten Kennlinie  
der Eingangsspannung ( $U_E$ ,  $U_M$ ) des Messsignals hergeleitet  
wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als lineare Zielkennlinie (ZK) eine konstante Ziel-  
kennlinie mit Steigung von etwa 0 gewählt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass mittels der Korrektur-Kennlinie die Kennlinie der  
Eingangsspannung ( $U_E$ ,  $U_M$ ) des Messsignals  
über einen großen Grammatür- oder Flächengewichtsbereich,  
insbesondere zwischen  $8 \text{ g/m}^2$  bis  $4.000 \text{ g/m}^2$  in die Ziel-  
kennlinie transformiert wird.

6. Verfahren zur berührungslosen Detektion von flächigen Objekten,  
insbesondere in Bogenform, wie auf Grund- oder Trägermaterial haftend aufgebrachte mehrfach geschichtete Materialien, z.B. Etiketten, Klebe-, Abriss oder Aufreißstellen und ähnlich flächige Materialien,  
in Bezug auf deren Vorhandensein oder Nichtvorhandensein, wobei die flächigen Objekte im Strahlungsweg mindestens eines Senders und eines zugeordneten Empfängers einer Sensoreinrichtung angeordnet werden und  
wobei die durch die flächigen Objekte transmittierte Strahlung oder die bei Nichtvorhandensein vom Empfänger empfangene Strahlung, als Messsignal ( $U_M$ ) empfangen wird und  
das Messsignal ( $U_M$ ) einer nachfolgenden Auswertung zur Erzeugung eines entsprechenden Detektionssignales zuführt wird,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Auswertung mindestens eine Korrektur-Kennlinie (KK) vorgegeben wird,  
dass die Korrektur-Kennlinie (KK) die Kennlinie der Eingangsspannung ( $U_E, U_M$ ) des Messsignales ( $U_M$ ) vom Empfänger (R) in Abhängigkeit von der Grammatur oder dem Flächengewicht der flächigen Objekte (2), derart zur Zielkennlinie (ZK) transformiert,  
dass eine lineare oder nahezu lineare Kennlinie mit endlicher Steigung, insbesondere eine mit maximaler Steigung im zu detektierenden Grammaturbereich versehene Kennlinie, als ideale Zielkennlinie (ZK) oder einer dieser idealen Zielkennlinie angenäherten Zielkennlinie zwischen Ausgangsspannung ( $U_A, U_z$ ) am Ausgang der Auswertung und der Grammatur oder dem Flächengewicht, zur Erzeugung des entsprechenden Detektionssignales erreicht wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Korrektur-Kennlinie (KK) für Etiketten und dgl.  
Materialien von der Kennlinie der Eingangsspannung ( $U_E$ ,  
 $U_M$ ) des Messsignals, die an der im zu detektierenden Gram-  
matur- bzw. Flächengewichtsbereich idealen Zielkennlinie  
(ZK) zur Etikettenerkennung gespiegelt wird, hergeleitet  
wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Korrektur-Kennlinie (KK) für Etiketten und dgl.  
Materialien von der Kennlinie der Eingangsspannung ( $U_E$ ,  
 $U_M$ ) des Messsignals, die an der im zu detektierenden Gram-  
matur- bzw. Flächengewichtsbereich idealen Zielkennlinie  
(ZK) zur Etikettenerkennung nach kartesischer Koordina-  
tentransformation in Bezug auf die verbindende Gerade der  
beiden Endpunkte der Messwertkennlinie für das zu detek-  
tierende Materialspektrum gespiegelt wird, hergeleitet  
wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass mittels der Korrektur-Kennlinie (KK) bei Etiketten  
die Kennlinie der Eingangsspannung ( $U_E$ ,  $U_M$ ) des Messsigna-  
les zur Zielkennlinie (ZK) über den zu detektierenden  
Grammatur- oder Flächengewichtsbereich, z.B von etwa 40  
 $\text{g/m}^2$  bis 300  $\text{g/m}^2$ , transformiert wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Korrektur-Kennlinie (KK) so gewählt wird, dass  
eine Zielkennlinie (ZK) mit möglichst maximaler und kon-  
stanter negativer Steigung und maximaler Spannungsdiffe-  
renz über den zu detektierenden Grammatur- oder Flächen-  
gewichtsbereich, z.B von etwa 40  $\text{g/m}^2$  bis 300  $\text{g/m}^2$ , er-  
reicht wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Auswertung, insbesondere der Amplitude des Mess-  
signales, mindestens über eine, Signalverstärkung durch-  
geführt wird,  
dass der Signalverstärkung mindestens eine Korrektur-  
Kennlinie derart vorgegeben wird,  
dass am Ausgang der Signalverstärkung die Zielkennlinie  
zur Erzeugung des Detektionssignales erreicht wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das im Empfänger empfangene analoge Messsignal einer  
Analog-Digital-Wandlung mit nachfolgender oder direkter  
digitaler Bewertung mittels mindestens einer Korrektur-  
Kennlinie zur Erzeugung des entsprechenden Detektions-  
signales unterzogen wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als flächige Objekte auch Pappe in Bogenform, Well-  
pappe oder stapelbare Verpackungen, im Strahlungsweg zwi-  
schen Sender und Empfänger eingesetzt werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Korrektur-Kennlinie als Einzel-Kennlinie oder  
als durchgehende oder abschnittsweise Kombination mehre-  
rer, verschiedener Korrektur-Kennlinien über den gesamten  
Grammatur- oder Flächengewichtsbereich oder über Teilbe-  
reiche eingeprägt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Korrektur-Kennlinie als lineare oder nicht line-  
are Kennlinie,  
als einfache oder mehrfach-logarithmische Kennlinie,

als exponentielle Kennlinie,  
als hyperbolische Kennlinie,  
als Polygonzug,  
als Funktion beliebigen Grades, oder  
als empirisch ermittelte oder errechnete Kennlinie, oder  
als Kombination mehrerer dieser Kennlinien vorgegeben  
wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Korrektur-Kennlinie als Kombination von linear  
und logarithmischer, linearer und zwei- oder mehrfach-  
logarithmischer, oder nichtlinearer und logarithmischer  
oder mehrfach-logarithmischer Kennlinie oder Verstärkung  
eingeprägt wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Korrektur-Kennlinie als logarithmische oder  
mehrfach-logarithmische oder ähnlich verlaufende nicht-  
lineare Kennlinie in Kombination mit einer annähernd li-  
near oder exponentiell oder ähnlich ansteigenden Kennli-  
nie oder Verstärkung vorgegeben wird.
18. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als Korrektur-Kennlinie für Papiere und dgl. Materi-  
alien eine geeignete Kennlinie zur Erreichung der idealen  
oder angenähert idealen Zielkennlinie, insbesonders eine  
inverse oder nahezu inverse Kennlinie zur Kennlinie der  
Eingangsspannung ( $U_E$ ,  $U_M$ ) des Messsignals verwendet wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die jeweilige Korrektur-Kennlinie fest eingeprägt  
oder aktiv gesteuert oder geregelt wird.

20.. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass in Bezug auf Einfachbogen, Fehlbogen oder Mehrfach-  
bogen, mindestens zwei Schwellen als obere und untere  
Schwelle vorgegeben werden,  
wobei bei empfangenem Messsignal größer als die obere  
Schwelle, dies als "Fehlbogen" ausgewertet wird,  
bei empfangenem Messsignal zwischen den Schwellen dies  
als "Einfachbogen" und  
bei empfangenem Messsignal kleiner als die untere Schwei-  
le, dies als "Mehrzahlbogen" ausgewertet wird.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass in Bezug auf Etiketten, Klebe- und Abrissstellen und  
Aufreißfäden wenigstens eine Detektionsschwelle vorgese-  
hen wird,  
wobei bei Unterschreiten der Detektionsschwelle dies als  
"Mehrzahllage" ausgewertet wird und  
bei Überschreiten der Detektionsschwelle dies als "Trä-  
germaterial oder um wenigstens eine Lage verminderter  
Mehrzahllage" ausgewertet wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Schwellen, insbesondere die Detektionsschwelle  
oder die Schwelle für Mehrfachbogen, fest eingestellt  
werden oder dynamisch mitführbar ausgelegt werden.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 22,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass insbesondere bei Etiketten, Klebe- und Abrissstellen  
und Aufreißfäden, diese Objekte zwischen Sender und Emp-  
fänger während eines Abgleichvorganges hindurchgeführt  
werden, und  
abhängig vom empfangenen spezifischen Messsignal des Ob-  
jektes automatisch oder extern getriggert die objektspe-

zifische Schaltschwelle in Bezug auf die Zielkennlinie bestimmt wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektur-Kennlinie als Funktion der objekt- und materialspezifischen Transmissionsdämpfung und/oder der daraus resultierenden Messsignal-Spannung in Abhängigkeit von der Grammatik oder dem Flächengewicht ermittelt wird, und dass daraus die optimale Korrektur-Kennlinie oder die für die ideale Zielkennlinie des materialspezifischen Einfachbogens optimale Korrektur-Kennlinie rechnerisch und/oder empirisch ermittelt wird.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektur-Kennlinie für größere Bereiche von Materialspektren in mehrere Abschnitte oder mehrere unterschiedliche Abschnitts-Korrektur-Kennlinien unterteilt wird.
26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass drei oder mehr Abschnitte vorgesehen werden, die unterschiedlichen Grammatik- oder Flächengewichts-Bereichen zugeordnet werden.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass als Sensoreinrichtung mindestens ein Ultraschall-Sensor oder ein oder mehrere optische, kapazitive oder induktive Sensoren verwendet werden.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass als Sensoreinrichtung mindestens ein Ultraschall-Sensor und ein oder mehrere optische, kapazitive oder in-

duktive oder andere elektrische Sensoren verwendet werden.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass als Sensoreinrichtung mehrere Sensoren verwendet werden, insbesondere mindestens ein Ultraschall-Sensor in Kombination mit mindestens einem optischen, induktiven, kapazitiven oder mechanischen Sensor.
30. Verfahren nach Anspruch 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Ultraschall-Sensor tastend betrieben wird.
31. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem tastend betriebenen Ultraschall-Sensor ein Einlernvorgang für das zu detektierende Material durchgeführt wird.
32. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Auswertung des oder der Messsignale von unterschiedlichen Typen von Sensoren gleiche oder unterschiedliche Korrektur-Kennlinien zur Erreichung von jeweils mindestens einer Zielkennlinie für jeden einzelnen Sensor für die Detektion von Einfach-, Fehl- oder Mehrfachbögen oder Etiketten eingeprägt werden.
33. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Auswertung des oder der Messsignale von unterschiedlichen Typen von Sensoren gleiche oder unterschiedliche Korrektur-Kennlinien zur Erreichung von mindestens einer Zielkennlinie für die Detektion von Einfach-, Fehl- oder Mehrfachbögen eingeprägt werden.

34. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das oder die Messsignale des oder der Empfänger vor, bei oder nach der Auswertung eine Analog-Digital-Wandlung zugeführt werden.
35. Verfahren nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektion von Einfach-, Fehl- oder Mehrfachbogen mittels logischer Verknüpfung, insbesondere von UND-, ODER-Verknüpfung und/oder mittels einer Selektion von Signalen nach Auswertung mittels Zielkennlinie durchgeführt wird.
36. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Detektionssignal für Einfach-, Fehl- oder Mehrfachbogen oder gestapelte Verpackungsmaterialien im kontinuierlichen Förderbetrieb der flächigen Objekte und/oder während eines Teach-in-Vorganges wenigstens einer der Sensoren ermittelt und für die Detektion im kontinuierlichen Förderbetrieb, insbesondere als Schwellwert, berücksichtigt wird.
37. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 36, dadurch gekennzeichnet, dass Sender (T) und Empfänger (R) der Sensoreinrichtung (10) zueinander in der Hauptstrahlungsachse der verwendeten Strahlung, insbesondere koaxial, ausgerichtet werden, und dass die Hauptstrahlungsachse weitgehend senkrecht oder unter einem Winkel zur Ebene der zwischen Sender (T) und Empfänger (R) angeordneten oder relativ dazu bewegten flächigen Objekte (2) ausgerichtet wird.

38. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 37,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Sensoreinrichtung (10), insbesondere umschaltbar, im Impulsbetrieb oder kontinuierlichem Betrieb, betrieben wird.
39. Verfahren nach Anspruch 38,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass im kontinuierlichen Betrieb der Sensoreinrichtung (10) zur Vermeidung von stehenden Wellen und/oder Interferenzen, Phasensprünge und/oder kurze Unterbrechungen des Sendesignals vorgesehen werden.
40. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 39,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Sendesignal des Senders (T) frequenzmoduliert wird.
41. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 40,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass, insbesondere für Ultraschall, Sender (T) und Empfänger (R) paarweise auf einen optimalen Montageabstand normiert werden, und  
dass Toleranzen von Sender und Empfänger zu Beginn und/oder während des laufenden Betriebes automatisch korrigiert werden.
42. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 41,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass abhängig von Applikations- und Anordnungskriterien Sender und Empfänger für Ultraschall-Sensoren mit variabilem Abstand eingebaut werden.
43. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 42,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Abstand zwischen Sender und Empfänger durch Reflexion der eingesetzten Strahlung zwischen Sender und

Empfänger, insbesondere auch bei dazwischen angeordnetem dämpfenden Bogenmaterial, bestimmt wird, und dass bei Über- oder Unterschreiten der zulässigen Abstände eine Fehlermeldung, insbesondere per LED, erzeugt wird.

44. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 43, dadurch gekennzeichnet, dass zur Detektion von einwelliger oder mehrwelliger Wellpappe und/oder deren Transportrichtung, die Sensorachse zwischen Sender und Empfänger mindestens eines Sensors geneigt zur Lotrechten des Wellpappe-Bogens, insbesondere orthogonal zur breitesten Fläche der Welle der Wellpappe, angeordnet wird.
45. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 44, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Auswerteeinrichtung und Sender eine Rückkopplung zur Maximierung der Amplitude des empfangenen Messsignals durchgeführt wird.
46. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 45, dadurch gekennzeichnet, dass für die Digitalisierung des analogen Messsignals wenigstens ein A/D-Wandler und/oder ein Schwellwertgenerator verwendet werden, und/oder dass ein Zeitmultiplex-Verfahren zur Selektion der verschiedenen Signale der Signalverstärkungseinrichtungen verwendet wird.
47. Vorrichtung zur Detektion, insbesondere berührungslos, von flächigen Objekten, insbesondere in Bogenform wie Papier, Folien, Blechen und ähnlich flächigen Materialien oder Verpackungen, in Bezug auf Einfachbogen, Fehlbogen oder Mehrfachbogen der flächigen Objekte, mit mindestens einer Sensoreinrichtung (10) mit mindestens einem Sender (T) und zugeordnetem Empfänger (R),

wobei die zu detektierenden flächigen Objekte im Strahlungsweg zwischen Sender (T) und Empfänger (R) angeordnet sind,

wobei der Empfänger (R) die durch die flächigen Objekte transmittierte Strahlung oder die bei einem Fehlbogen erhaltenen Strahlung als Messsignal empfängt, und mit einer nachgeschalteten Auswerteeinrichtung (4), der das Messsignal ( $U_M$ ,  $U_E$ ) zur Erzeugung eines Detektionssignals zugeführt ist,

insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 46,

dadurch gekennzeichnet,  
dass der mit dem Empfänger (R) verbundenen Auswerteeinrichtung (4) mindestens eine Korrektur-Kennlinie (KK) derart vorgegeben ist,

dass die Korrektur-Kennlinie (KK) die Kennlinie der Eingangsspannung ( $U_E$ ,  $U_M$ ) des Messsignales vom Empfänger (R) in Abhängigkeit von der Grammatur oder dem Flächengewicht der flächigen Objekte derart zur Zielkennlinie (ZK) transformiert,

dass für Papiere und dgl. Materialien eine lineare, nahezu lineare oder eine der idealen Kennlinie des Einfachbogens angenäherte Kennlinie, als Zielkennlinie (ZK) zwischen der Ausgangsspannung ( $U_A$ ,  $U_z$ ) am Ausgang der Auswerteeinrichtung (4) und der Grammatur oder dem Flächengewicht, zur Detektion von Einfachbogen, Fehlbogen oder Mehrfachbogen erzeugbar ist.

48. Vorrichtung nach Anspruch 47,

dadurch gekennzeichnet,  
dass der Auswerteeinrichtung (4) als Korrektur-Kennlinie (KK) für Papiere und dgl. Materialien eine an der idealen oder daran angenäherten Zielkennlinie (ZK) zur Einfachbogenerkennung gespiegelte Kennlinie der Eingangsspannung ( $U_E$ ,  $U_M$ ) des Messsignals vorgegeben ist.

49. Vorrichtung nach Anspruch 47,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Auswerteeinrichtung (4) als Korrektur-Kennlinie  
für Papiere und dgl. Materialien eine an der idealen oder  
daran angenäherten Zielkennlinie zur Einfachbogenerken-  
nung, nach kartesischer Koordinatentransformation in Be-  
zug auf die verbindenden Gerade der beiden Endpunkte der  
Messwertkennlinie für das zu detektierende Materialspek-  
trum, gespiegelte Kennlinie der Eingangsspannung ( $U_E$ ,  $U_M$ )  
des Messsignals, vorgegeben ist.
50. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 49,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Korrektur-Kennlinie so gewählt ist, dass die  
Kennlinie der Eingangsspannung ( $U_E$ ,  $U_M$ ) des Messsignales  
über einen großen Grammatür- oder Flächengewichtsbereich,  
insbesondere zwischen  $8 \text{ g/m}^2$  bis  $4.000 \text{ g/m}^2$ , in die Ziel-  
kennlinie transformierbar ist.
51. Vorrichtung zur Detektion, insbesondere berührungslos,  
von flächigen Objekten,  
insbesondere in Bogenform, wie auf Grund- oder Trägerma-  
terial haftend aufgebrachte mehrfach geschichtete Materi-  
alien, z.B. Etiketten, Klebe-, Abriss oder Aufreißstellen  
und ähnlich flächige Materialien,  
in Bezug auf deren Vorhandensein oder Nichtvorhandensein,  
mit mindestens einer Sensoreinrichtung (10) mit mindes-  
tens einem Sender (T) und zugeordnetem Empfänger (R),  
wobei die zu detektierenden flächigen Objekte im Strah-  
lungsweg zwischen Sender (T) und Empfänger (R) angeordnet  
sind,  
wobei der Empfänger (R) die durch die flächigen Objekte  
transmittierte Strahlung oder die bei Nichtvorhandensein  
erhaltene Strahlung als Messsignal empfängt, und  
mit einer nachgeschalteten Auswerteeinrichtung (4), der  
das Messsignal ( $U_M$ ,  $U_E$ ) zur Erzeugung eines Detektions-  
signales zugeführt ist,

insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 46,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der mit Empfänger (R) verbundenen Auswerteeinrichtung (4) mindestens eine Korrektur-Kennlinie (KK) derart vorgegeben ist,  
dass die Korrektur-Kennlinie (KK) die Kennlinie der Eingangsspannung ( $U_E$ ,  $U_M$ ) des Messsignals vom Empfänger (R) in Abhängigkeit von der Grammatatur oder dem Flächengewicht der flächigen Objekte derart zur Zielkennlinie (ZK) transformiert,  
dass eine lineare oder nahezu lineare Kennlinie mit endlicher Steigung, insbesondere eine mit maximaler Steigung im zu detektierenden Grammaturbereich versehene Kennlinie, als ideale Zielkennlinie (ZK) oder einer dieser idealen Zielkennlinie angenäherten Zielkennlinie zwischen Ausgangsspannung ( $U_A$ ,  $Z_U$ ) am Ausgang der Auswertung und der Grammatatur oder dem Flächengewicht, zur Detektion des Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins von flächigen Materialien, erzeugbar ist.

52. Vorrichtung nach Anspruch 51,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Korrektur-Kennlinie (KK) für Etiketten und dgl. Materialien durch Spiegelung der Kennlinie der Eingangsspannung ( $U_E$ ,  $U_M$ ) des Messsignals an der im zu detektierenden Grammatur- bzw. Flächengewichtsbereich idealen Zielkennlinie (ZK) zur Etikettenerkennung erzeugbar ist.
53. Vorrichtung nach Anspruch 51,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Korrektur-Kennlinie (KK) für Etiketten und dgl. Materialien durch Spiegelung der Kennlinie der Eingangsspannung ( $U_E$ ,  $U_M$ ) des Messsignals an der im zu detektierenden Grammatur- bzw. Flächengewichtsbereich idealen Zielkennlinie (ZK) zur Etikettenerkennung nach kartesi-

scher Koordinatentransformation in Bezug auf die verbindende Gerade der beiden Endpunkte der Messwertkennlinie für das zu detektierende Materialspektrum, erzeugbar ist.

54. Verfahren nach einem der Ansprüche 51 bis 53, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektur-Kennlinie bei Etiketten oder dgl. Materialien so gewählt ist, dass die Kennlinie der Eingangsspannung ( $U_E$ ,  $U_M$ ) des Messsignals zur Zielkennlinie über einen Grammatuur- oder Flächengewichtsbereich von etwa  $40 \text{ g/m}^2$  bis  $300 \text{ g/m}^2$  transformierbar ist.
55. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 51 bis 54, dadurch gekennzeichnet, dass die Zielkennlinie (ZK) für Etiketten und dgl. Materialien eine möglichst maximale und konstante negative Steigung Steigung und eine maximale Spannungsdifferenz gegenüber Änderungen in der Grammatuur, insbesondere über den Flächengewichtsbereich von etwa  $40 \text{ g/m}^2$  bis  $300 \text{ g/m}^2$ , aufweist.
56. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 55, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (4) mindestens eine Verstärkungseinrichtung (5) aufweist, dass der Verstärkungseinrichtung (5) die mindestens eine Korrektur-Kennlinie (KK) zur Erzeugung der Zielkennlinie (ZK) am Ausgang der Verstärkungseinrichtung, vorgegeben ist.
57. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 56, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (4) eine Analog-Digital-Wandler-Einrichtung zur Umwandlung des Messsignals des Empfängers aufweist, und dass eine Bewertungseinrichtung (6) zur nachfolgenden

- oder direkten digitalen Bewertung des gewandelten Messsignals mittels einer Korrektur-Kennlinie (KK) zur Erzeugung eines Detektionssignales vorgesehen ist.

58. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 57,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Korrektur-Kennlinie als Einzel-Kennlinie oder  
als durchgehende oder abschnittsweise Kombination mehrerer,  
verschiedener Korrektur-Kennlinien über den gesamten  
Grammatik- oder Flächengewichtsbereich oder über Teilbereiche,  
aufgebaut ist.

59. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 58,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Korrektur-Kennlinie als lineare oder nicht lineare Kennlinie,  
als einfach- oder mehrfach-logarithmische Kennlinie,  
als exponentielle Kennlinie,  
als hyperbolische Kennlinie,  
als Polygonzug,  
als Funktion beliebigen Grades, oder  
als empirisch ermittelte oder errechnete Kennlinie, oder  
als Kombination mehrerer dieser Kennlinien ausgelegt ist.

60. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 59,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Korrektur-Kennlinie als logarithmische oder  
mehrfach-logarithmische oder ähnlich verlaufende nicht-lineare Kennlinie in Kombination mit einer annähernd linear oder exponentiell oder ähnlich ansteigenden Kennlinie oder Verstärkung ausgelegt ist.

61. Vorrichtung nach Anspruch 47,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als Korrektur-Kennlinie für Papiere und dgl. Materialien eine geeignete Kennlinie zur Erreichung der idealen oder angenähert idealen Zielkennlinie, insbesondere eine

inverse oder nahezu inverse Kennlinie zur Kennlinie der Eingangsspannung ( $U_E$ ,  $U_M$ ) des Messsignals, vorgegeben ist.

62. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 61, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektur-Kennlinie (KK, 23) fest eingeprägt, materialspezifisch vorgegeben oder dynamisch, insbesondere mikroprozessorgesteuert, geregelt ist.
63. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 62, dadurch gekennzeichnet, dass der Auswerteeinrichtung (4) in Bezug auf Einfachbogen, Fehlbogen oder Mehrfachbogen, mindestens zwei Schwellen als obere und untere Schwelle vorgegeben sind, wobei bei empfangenem Messsignal größer als die obere Schwelle, dies als "Fehlbogen" detektiert wird, bei empfangenem Messsignal zwischen den Schwellen dies als "Einfachbogen" und bei empfangenem Messsignal kleiner als die untere Schwelle, dies als "Mehrzahlbogen" detektiert wird.
64. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 63, dadurch gekennzeichnet, dass der Auswerteeinrichtung (4) in Bezug auf Etiketten, Klebe- und Abrissstellen und Aufreißfäden wenigstens eine Detektionsschwelle vorgegeben ist, wobei bei Unterschreiten der Detektionsschwelle dies als "Mehrzahllage" ausgewertet wird und bei Überschreiten der Detektionsschwelle dies als "Trägermaterial oder um wenigstens eine Lage verminderter Mehrzahllage" ausgewertet wird.
65. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 63 bis 64, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwellen, insbesondere die Detektionsschwelle oder Schwelle für Mehrfachbogen, fest einstellbar vorgegeben oder dynamisch mitführbar ausgelegt sind.

66. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 65, dadurch gekennzeichnet, dass insbesondere bei Etiketten, Klebe- und Abrissstellen und Aufreißfäden, diese Objekte zwischen Sender und Empfänger hindurchgeführt werden, und abhängig vom empfangenen spezifischen Messsignal des Objektes automatisch oder extern getriggert die objektspezifische Schaltschwelle in Bezug auf die Zielkennlinie bestimmbar ist.
67. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 66, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinrichtung (10) mindestens einen Ultraschall-Sensor und einen oder mehrere optische, kapazitive oder induktive Sensoren in Kombination aufweist.
68. Vorrichtung nach Anspruch 67, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinrichtung (10, 45) mehrere Sensoren (9, 44) aufweist, insbesondere mindestens einen Ultraschall-Sensor (9) in Kombination mit mindestens einem optischen, kapazitiven, induktiven oder mechanischen Sensor.
69. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Sensoren (9, 44) über die Breite der Bogen (2, 3) vorgesehen sind, insbesondere dass ein Sensor (9) etwa mittig zum Bogen (3) und zwei Sensoren (9, 9) im Randbereich vorgesehen sind.
70. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Förderrichtung (F) der Bögen (3) gesehen vor, parallel und/oder nach einer Sensoreinrichtung (10) ein oder mehrere weitere Sensoren (44) vorgesehen sind.

71. Vorrichtung nach einem der vorausgegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messsignale der Sensoren (R, 9, 44) mindestens einer Auswerteeinrichtung (4) zugeführt sind, der mindestens eine Korrektur-Kennlinie (KK) eingeprägt ist.
72. Vorrichtung nach einem der vorausgegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messsignale unterschiedlicher Typen (9, 44) von Sensoren unterschiedlichen Auswerteeinrichtungen, insbesondere über separate Kanäle, zugeführt sind.
73. Vorrichtung nach einem der vorausgegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgangssignale unterschiedlicher Typen (9, 44) von Sensoren über separate Kanäle der Auswerteeinrichtung (4) zugeführt sind.
74. Vorrichtung nach einem der vorausgegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Analog-Digital-Wandlung vor, in oder nach der Auswerteeinrichtung (4) vorgesehen ist, und dass die digitalisierten Signale der einzelnen Sensoren, insbesondere Sensortyp-spezifiziert einer logischen Verknüpfung zur Detektion von Einfach-, Fehl- oder Mehrfachbögen zugeführt sind.
75. Vorrichtung nach einem der vorausgegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Sensoreinrichtung (10) zur Detektion von Einfach-, Fehl- und Mehrfachbögen und mindestens eine weitere Sensoreinrichtung (45) zur Detektion von Etiketten und ähnlicher geschichteter Materialien, insbesondere mittels Teach-in-Vorgang, vorgesehen sind.

76. Vorrichtung nach einem der vorausgegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Detektion von Einfach-, Fehl- und Mehrfach-Blechbögen wenigstens eine Ultraschall-Sensoreinrichtung (10) in Kombination mit wenigstens einer induktiven Sensoreinrichtung (45) und/oder einer mechanischen Sensor- einrichtung vorgesehen ist.
77. Vorrichtung nach einem der vorausgegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Sender (T) und Empfänger (R) einer sensoreinrichtung in zylindrischen Gehäusen und/oder in Gabelform gegenü- berliegend und ausgerichtet angeordnet sind.
78. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 41 bis 41.8, dadurch gekennzeichnet, dass Sender (T) und Empfänger (R) einer Sensoreinrich- tung gehäuselos auf einer Leiterplatte vorgesehen, insbe- sondere gelötet, geschraubt, gerastet oder geklebt, sind.
79. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 78, dadurch gekennzeichnet, dass zur Detektion von Einfach-, Fehl- und Mehrfach- Wellpappe-Bögen wenigstens zwei kombinierte Sensoren (9, 44) vorgesehen sind.
80. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 79, dadurch gekennzeichnet, dass zur Detektion von Einfach-, Fehl- und Mehrfach- Wellpappe-Bögen wenigstens zwei kombinierte Ultraschall- Sensoren (9, 44) vorgesehen sind, dass wenigstens einer der Ultraschall-Sensoren nach dem Transmissionsprinzip und dem Kennlinien- Korrekturverfahren vorgesehen ist, und dass wenigstens ein weiterer Ultraschall-Sensor tastend ausgelegt ist.

81. Vorrichtung nach Anspruch 80,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der nach dem Prinzip der Kennlinien-Korrektur be-  
triebene Ultraschall-Sensor in einem Winkel  $\beta_1$  zur Bogennormalen des Wellpappe-Bogens installiert ist, und  
dass der tastend ausgelegte Ultraschall-Sensor laufzeit-  
und temperaturkompensiert ausgelegt ist.
82. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 80 oder 81,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der tastend betriebene Ultraschall-Sensor mittels  
eines Einlernvorganges eingestellt ist.
83. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 79 bis 82,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zur Detektion der Lage- oder Transportrichtung von  
Einfach-Wellpappe-Bogen wenigstens zwei kombinierte Ult-  
raschall-Sensoren nach dem Prinzip der Kennlinien-  
Korrektur vorgesehen sind,  
dass die Ultraschall-Sensoren orthogonal zueinander ange-  
ordnet sind und in einem Winkel  $\beta_1$  zur Bogennormalen des  
Wellpappe-Bogens installiert sind.
84. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 83,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass Sender (T) und Empfänger (R) der Sensoreinrichtung  
(10) zueinander in der Hauptstrahlungsachse der verwende-  
ten Strahlung, insbesondere koaxial, ausgerichtet sind,  
und  
dass die Hauptstrahlungsachse weitgehend senkrecht oder  
unter einem Winkel zur Ebene der zwischen Sender (T) und  
Empfänger (R) angeordneten oder relativ dazu bewegten  
flächigen Objekte (2) ausgerichtet ist.
85. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 84,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Auswerteeinrichtung (4) mehrere, insbesondere  
parallel geschaltete Verstärkungseinrichtungen (21, 22)

aufweist, deren Ausgangssignale zur Zielkennlinie (23) kombiniert werden.

86. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 85, dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebsart der Sensoreinrichtung (10) von Impulsbetrieb auf kontinuierlichen Betrieb und umgekehrt, umstellbar ist.
87. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 86, dadurch gekennzeichnet, dass das Sendesignal im kontinuierlichen Betrieb Phasensprünge aufweist oder kurze Unterbrechungen des Sendesignals vorgesehen sind.
88. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 87, dadurch gekennzeichnet, dass das Sendesignal frequenzmoduliert ist.
89. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 88, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung zum Selbstabgleich oder zur Einstellung der Sendefrequenz und/oder der Sendeamplitude auf das Empfängersignal vorgesehen ist.
90. Vorrichtung nach Anspruch 89, dadurch gekennzeichnet, dass der Selbstabgleich in zur Sendefrequenz synchronisierten Zeiten oder in definierten Pausezeiten durchführbar ist.
91. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 90, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand zwischen Sender (T) und Empfänger (R), insbesondere der Sensorköpfe, applikationsabhängig, variierbar ist.

92. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 91,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Rückkopplungseinrichtung zwischen der Auswerteeinrichtung (4), insbesondere einem Mikroprozessor (6),  
und der Sensoreinrichtung (10) vorgesehen ist.
93. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 92,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Auswerteeinrichtung (4) mehrere spezifische Kanäle zur Detektion unterschiedlicher flächiger Objekte,  
wie Doppelbögen oder Etiketten, aufweist,  
dass den Kanälen unterschiedliche Korrektur-Kennlinien  
eingeprägt sind, und  
dass Multiplexer (34, 35) zur Ansteuerung der Eingänge  
und Ausgänge der Kanäle zur Erzeugung einer Gesamt-Zielkennlinie vorgesehen sind.
94. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 93,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Sender unterhalb der zu detektierenden Bögen bzw. flächigen Objekte und der Empfänger oberhalb vorgesehen ist, und  
dass der Senderkopf mit geringem Abstand zum Bogen angeordnet ist.
95. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 47 bis 94,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zwischen Sender (T) und dem zu detektierenden länglichen Objekt (2) mindestens eine Loch- und/oder Schlitzblende und/oder Linse zur Verbesserung der räumlichen Auflösung bei Ultraschall- oder optischen Sensoren vorgesehen ist.
96. Vorrichtung nach Anspruch 96,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Anordnung der Blenden quer zur Bewegungsrichtung der länglichen Objekte erfolgt,

oder dass die Anordnung der Blenden und/oder Linsen quer zur Bewegungsrichtung der geschuppten flächigen Objekte erfolgt,

oder dass die Anordnung der Blenden und/oder Linsen quer zur Bewegungsrichtung der auf einem Grund- oder Trägermaterial haftend aufgebrachten Mehrfachlagen erfolgt,

oder insbesondere Schlitzblenden und/oder Linsen zur Detektion von auf einem Grund- oder Trägermaterial haftend aufgebrachten Materialfäden, z.B. Aufreißfäden, in Fadenlaufrichtung angeordnet sind.

97. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 95 oder 96,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zwischen Sender (T), Empfänger (R) und Blende eingebrachte längliche Objekte (2) möglichst nahe über der Blende schweben oder diese gleitend berühren.

# Weber & Heim

Deutsche Patentanwälte  
European Patent Attorneys  
European Trademark Attorneys

Irmgardstrasse 3  
D-81479 München  
Tel. +49-(0)89 799047  
Fax +49-(0)89 7915256  
mail@weber-heim.de

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur berührungslosen Detektion von flächigen Objekten, insbesondere in Bogenform, wie Papier, Folien, Blechen und ähnlichen flächigen Materialien oder Verpackungen.

Bei diesen Verfahren und Vorrichtungen besteht z.B. in der Druckindustrie das Erfordernis, eine zuverlässige und genaue Erkennung von Einfachbogen, Fehlbogen oder Mehrfachbogen, speziell Doppelbogen, der flächigen Objekte, zu erreichen.

Die Erfindung schafft hierfür eine sehr flexible, über einen sehr großen Grammaturs- bzw. Flächengewichtsbereich, einsetzbare Lösung, indem der der Sensoreinrichtung, speziell dem Empfänger, nachgeschalteten Auswerteeinrichtung mindestens eine Korrektur-Kennlinie vorgegeben wird, mittels der die Kennlinie der Eingangsspannung des Messsignales im Empfänger, in Abhängigkeit von der Grammatur oder dem Flächengewicht der flächigen Objekte als Zielkennlinie derart nachgebildet wird, dass eine lineare oder nahezu lineare Abhängigkeit oder eine der idealen Kennlinie zur Erkennung des Einfachbogens angenäherte Kennlinie als Zielkennlinie erreicht wird.

Zur Erhöhung der Detektionssicherheit und zur nochmaligen Erweiterung des Materialspektrums, gegenüber einem Sensor nach dem Korrektur-Kennlinienverfahren, ist auch eine Kombination von Sensoren und Sensoreinrichtungen vorgesehen.

Fig. 1

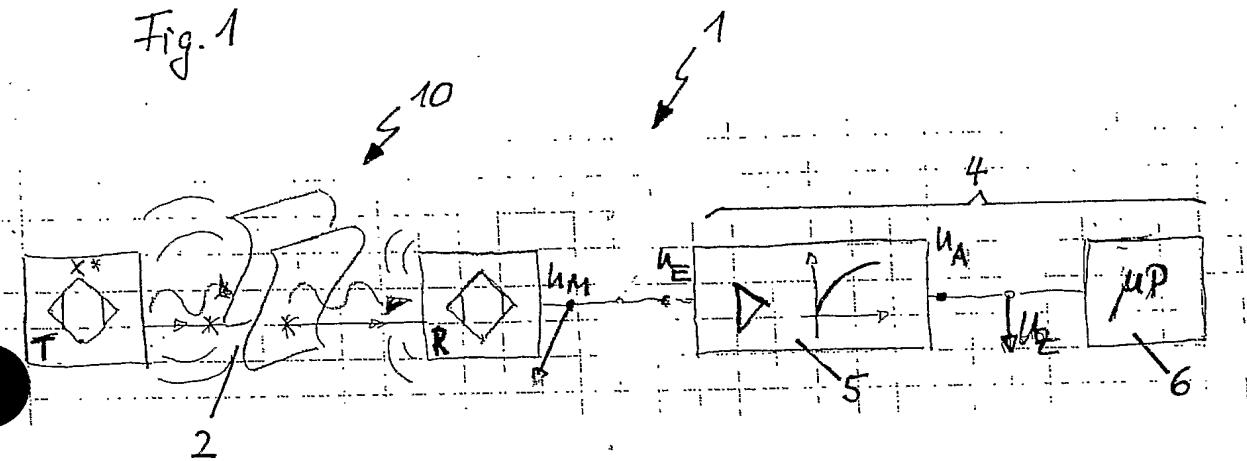


Fig. 1a

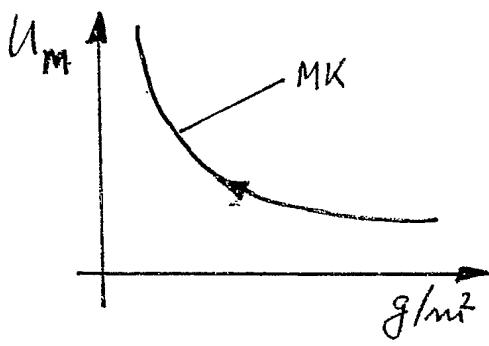


Fig. 1b

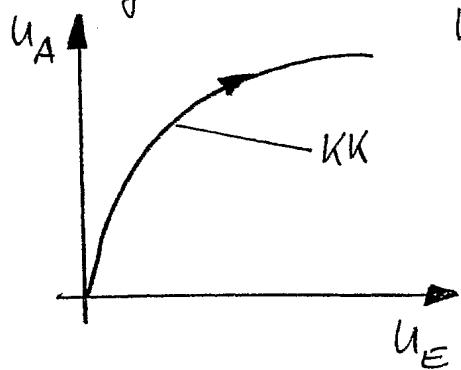


Fig. 1c

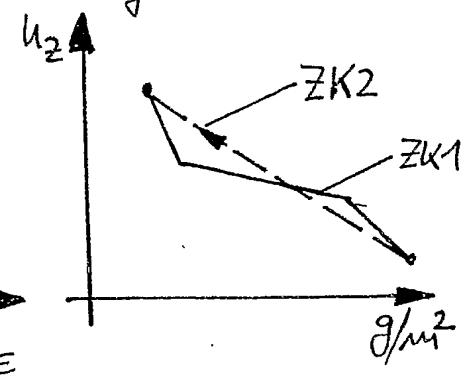


Fig. 2

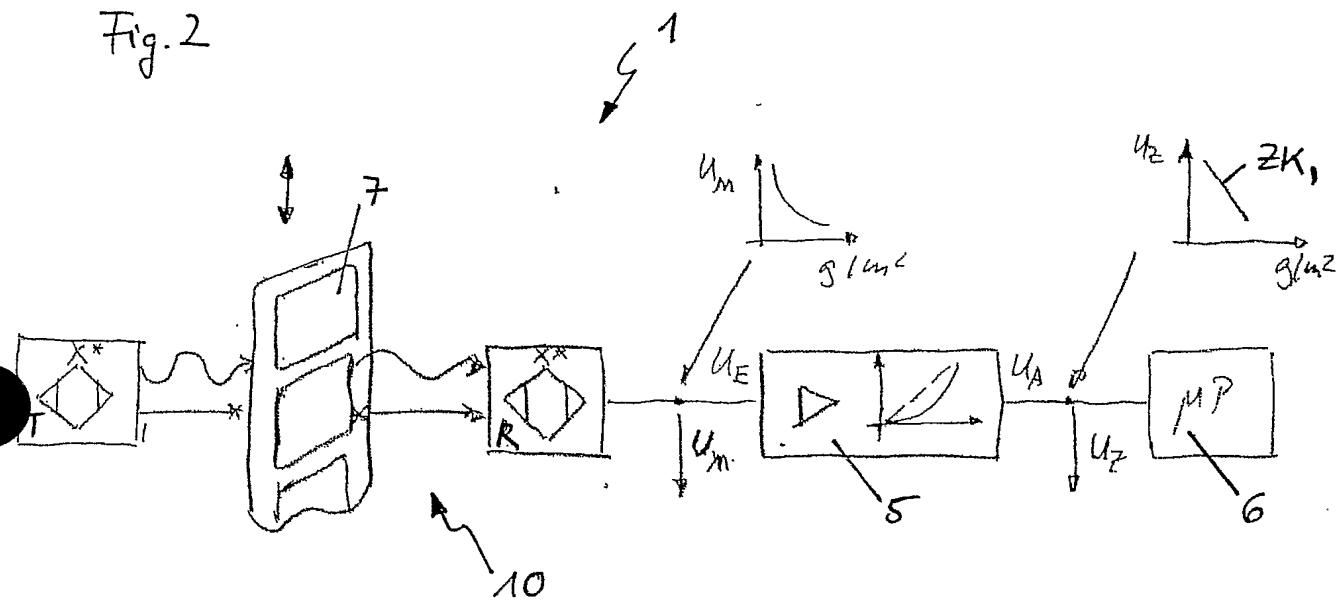


Fig. 2a.

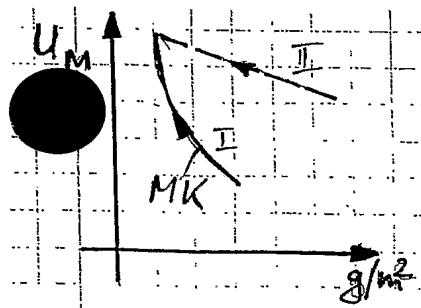


Fig. 26

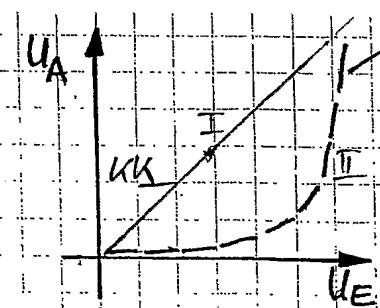
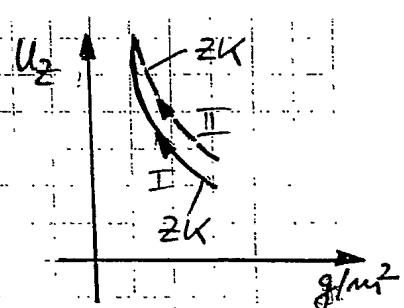


Fig. 2c



3/18

Fig. 2 d

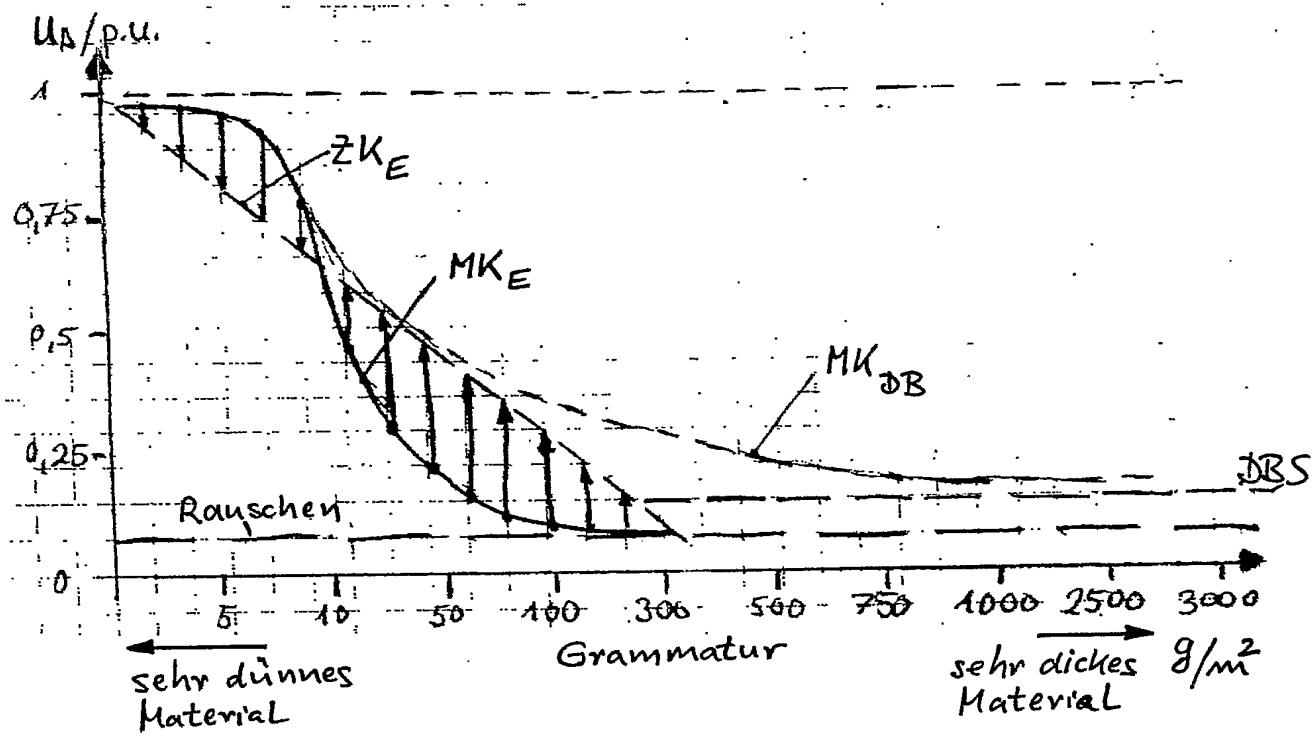


Fig. 3 a

4/18

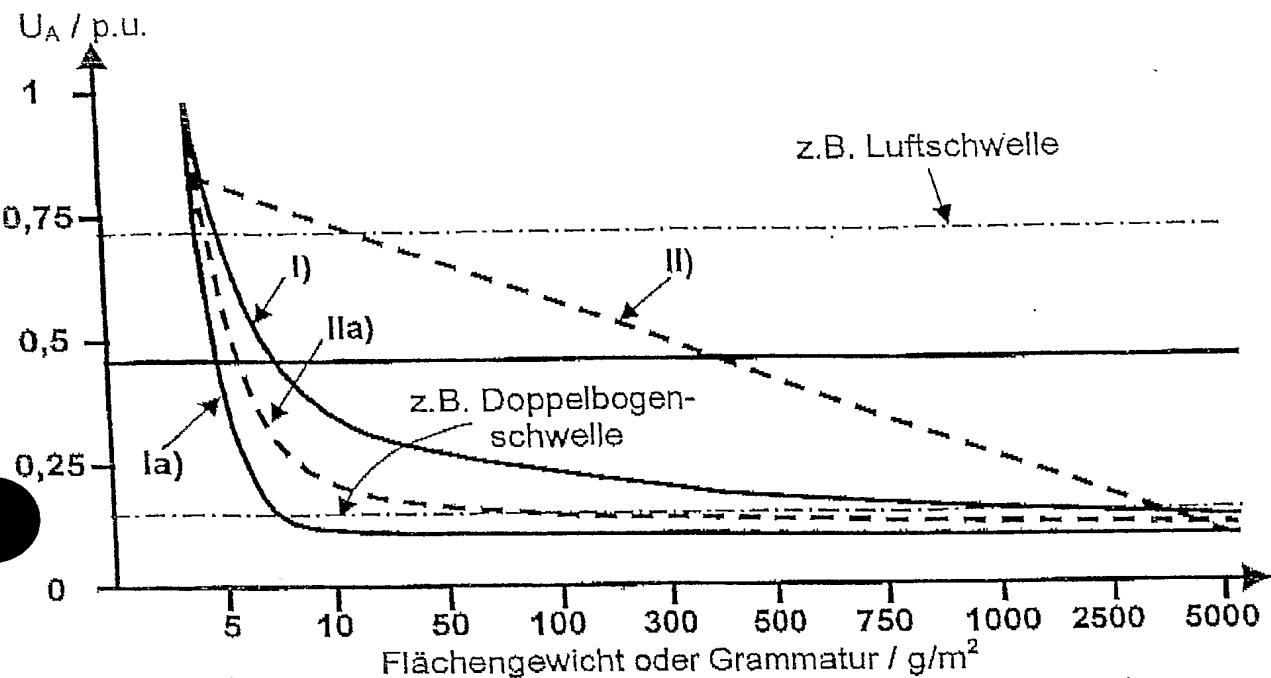
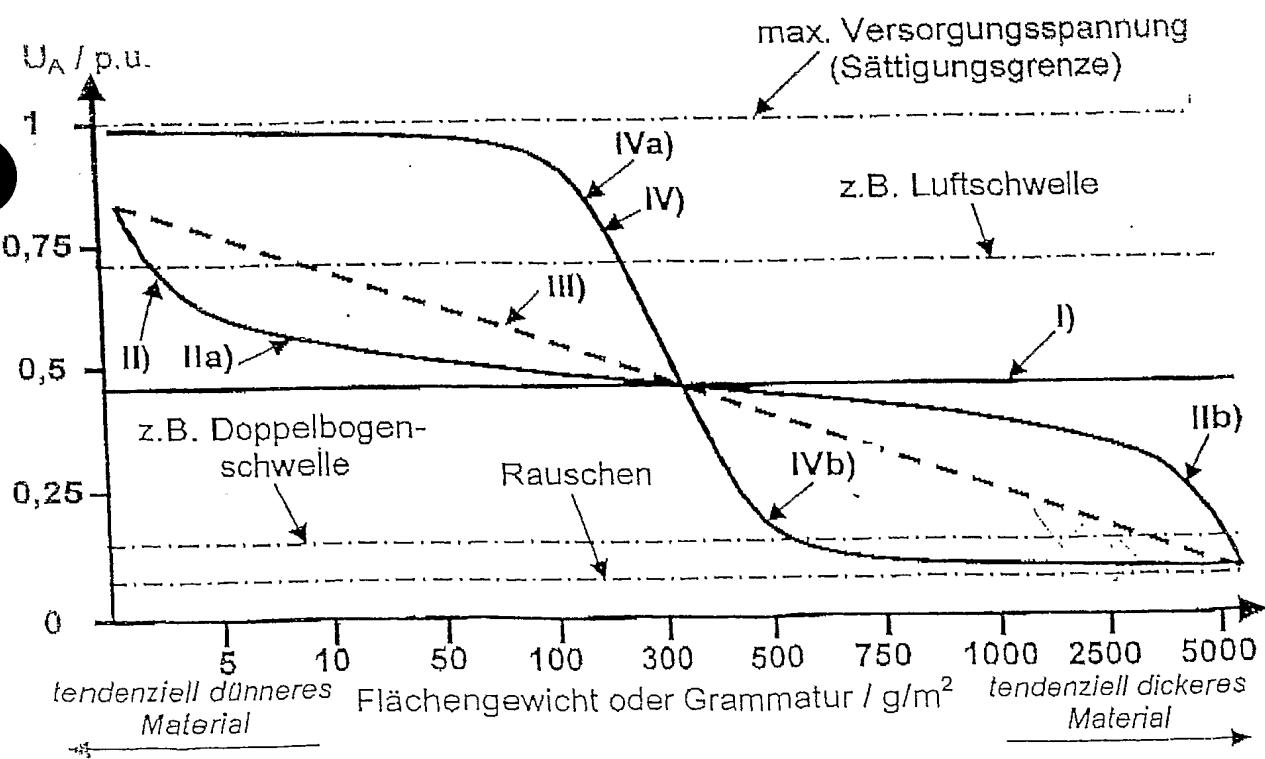
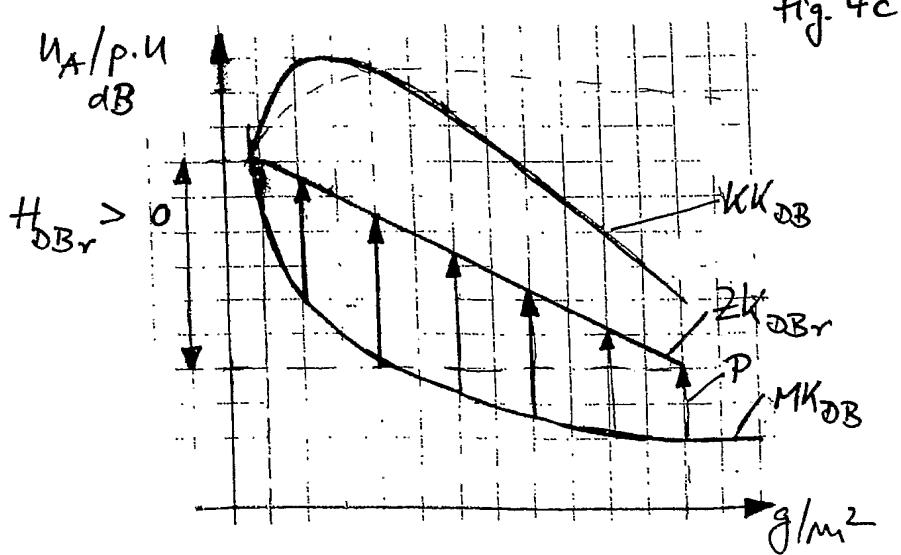
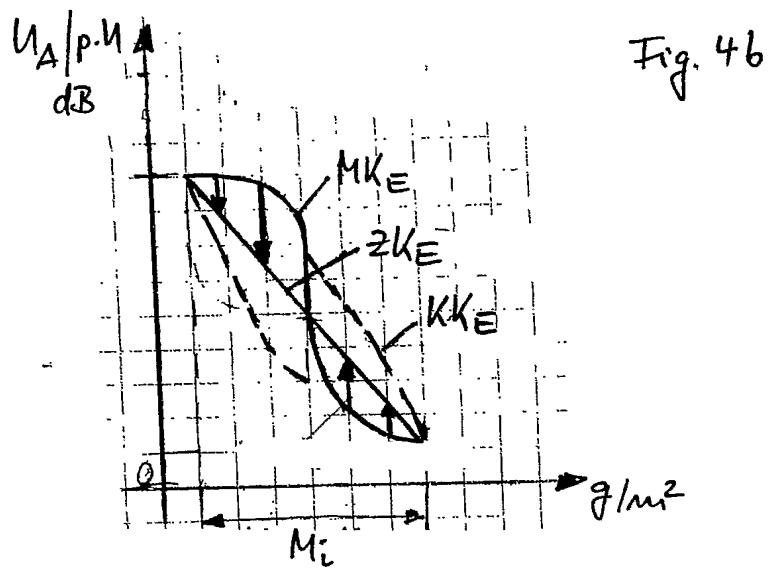
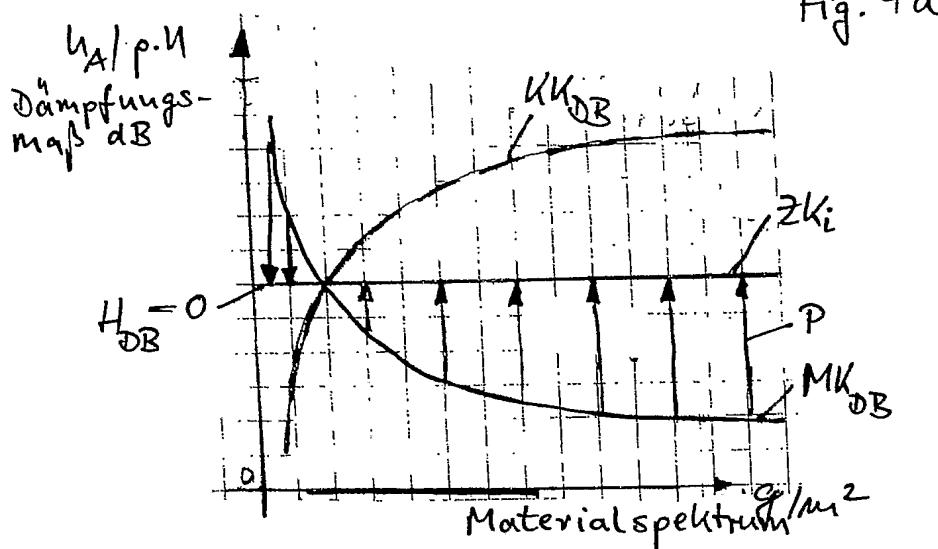
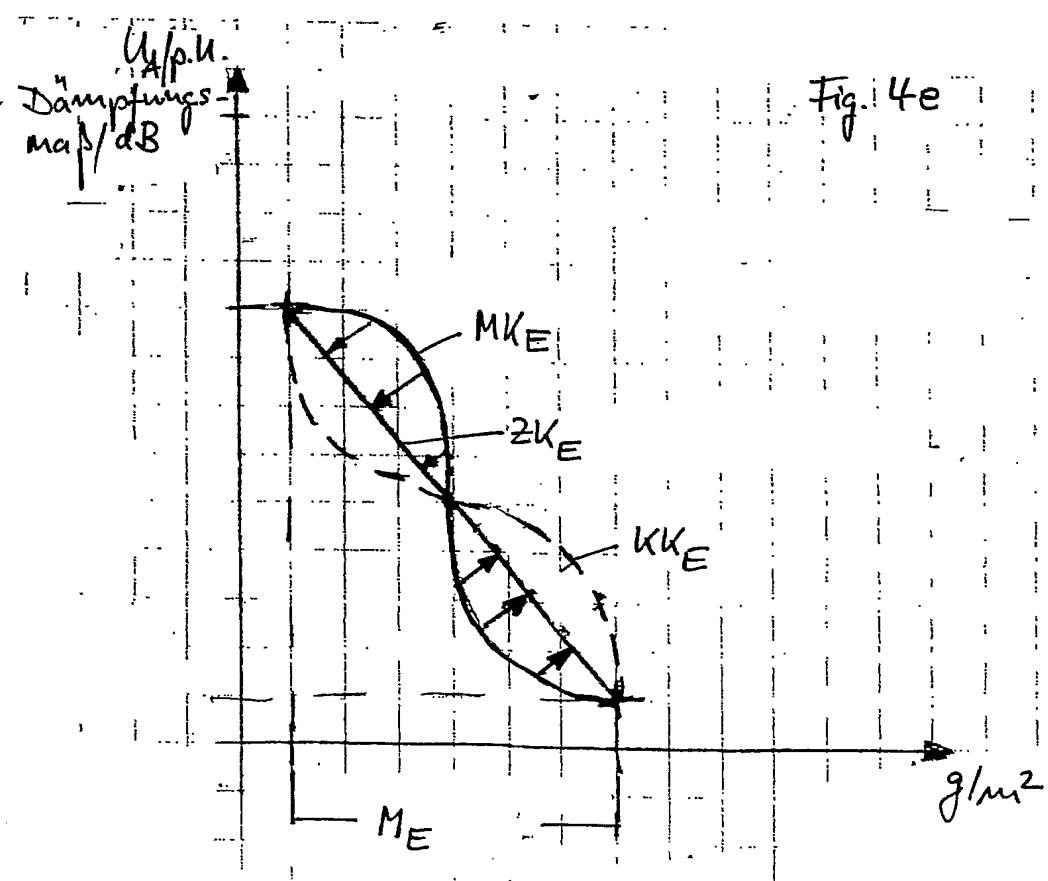
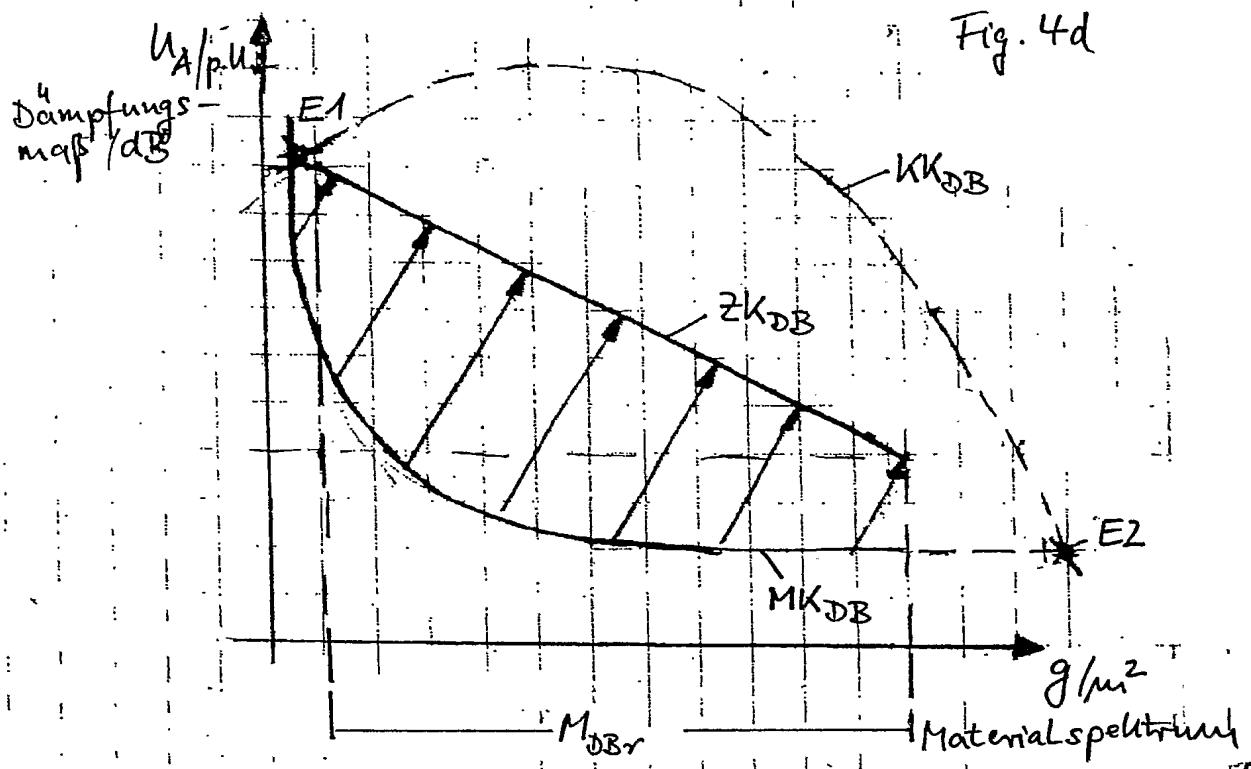


Fig. 3 b



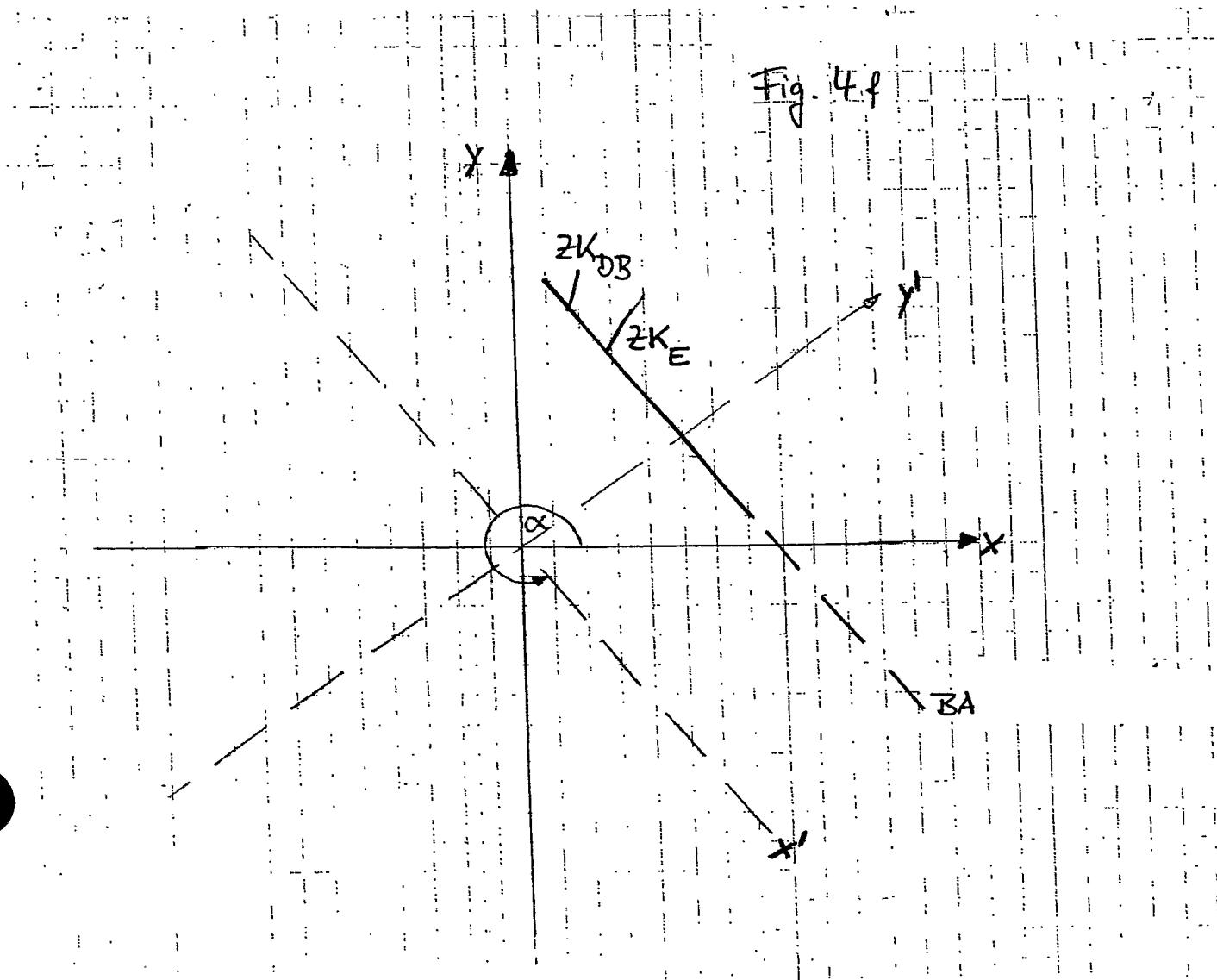


6/18



7/18

Fig. 4f



8/18

Fig. 4g

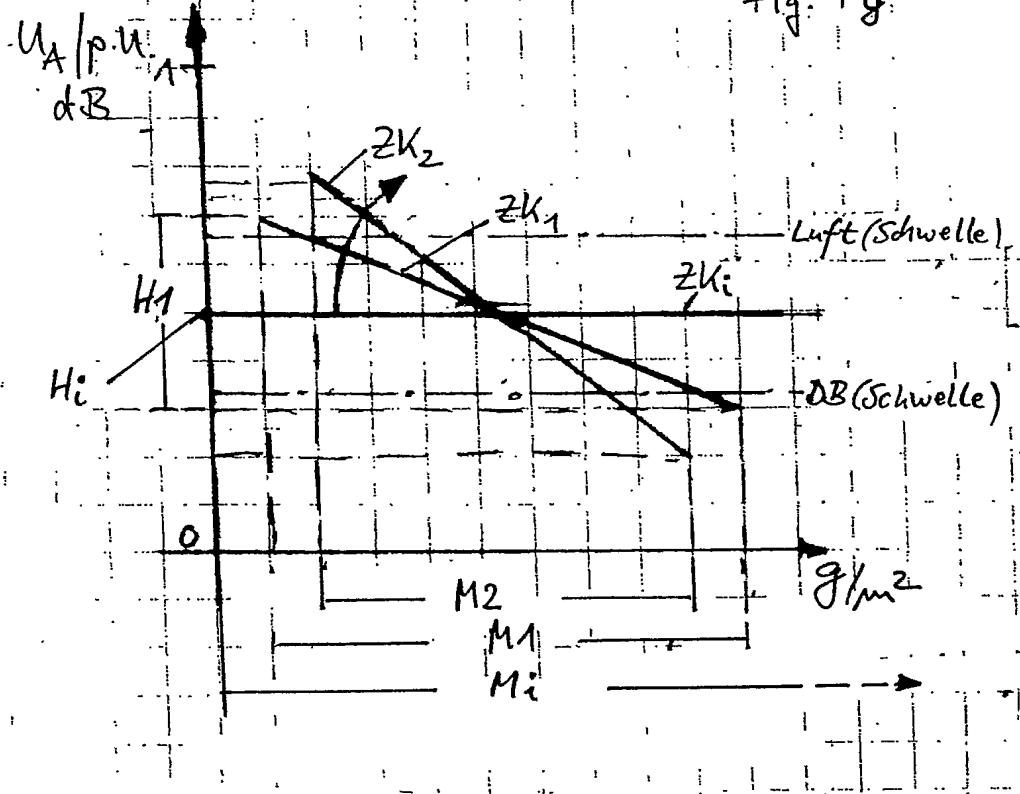
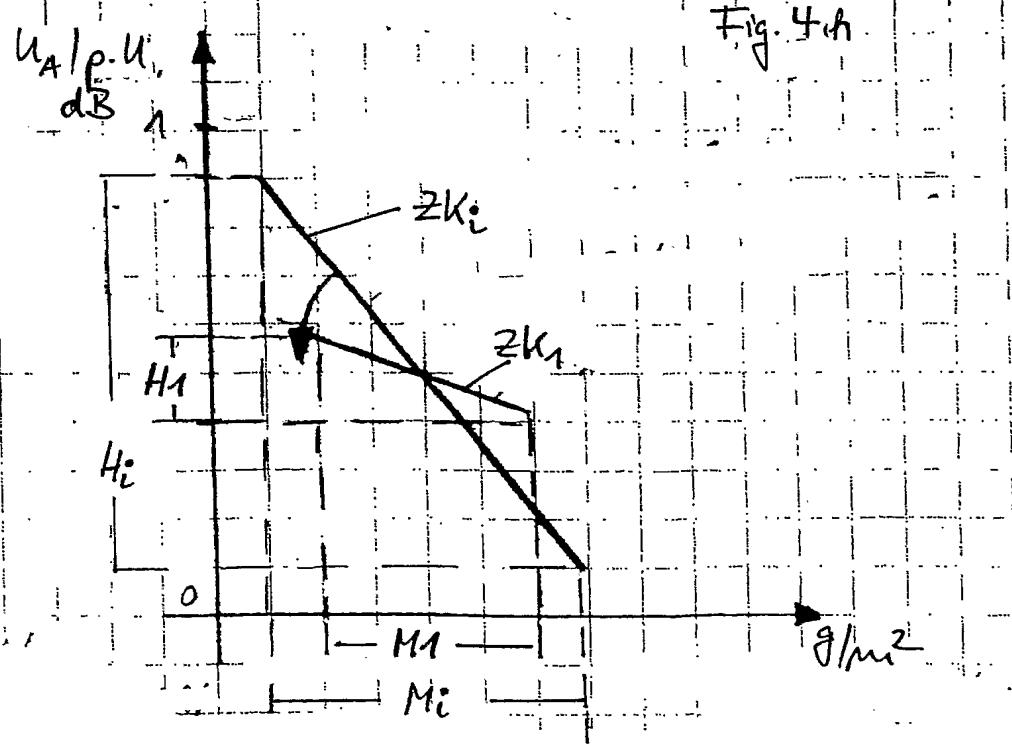


Fig. 4h



9/18

Fig. 4i

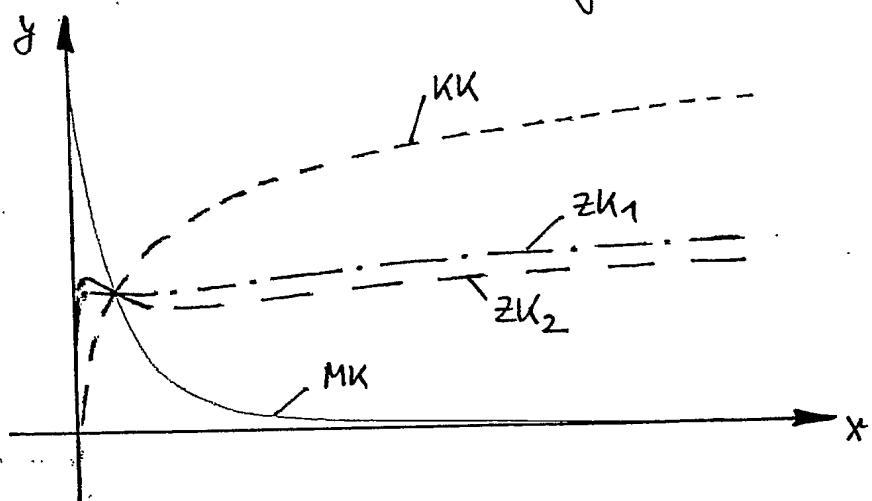
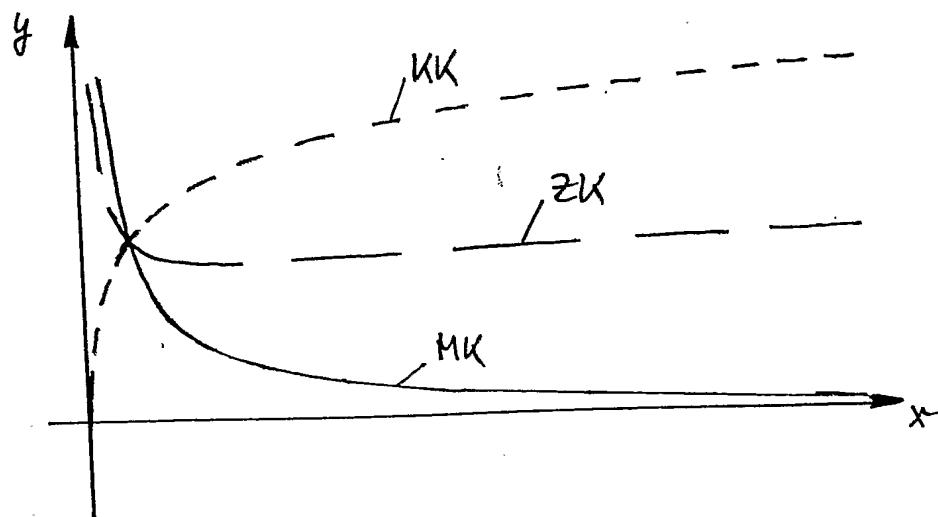


Fig. 4j



10/18

Fig. 5a

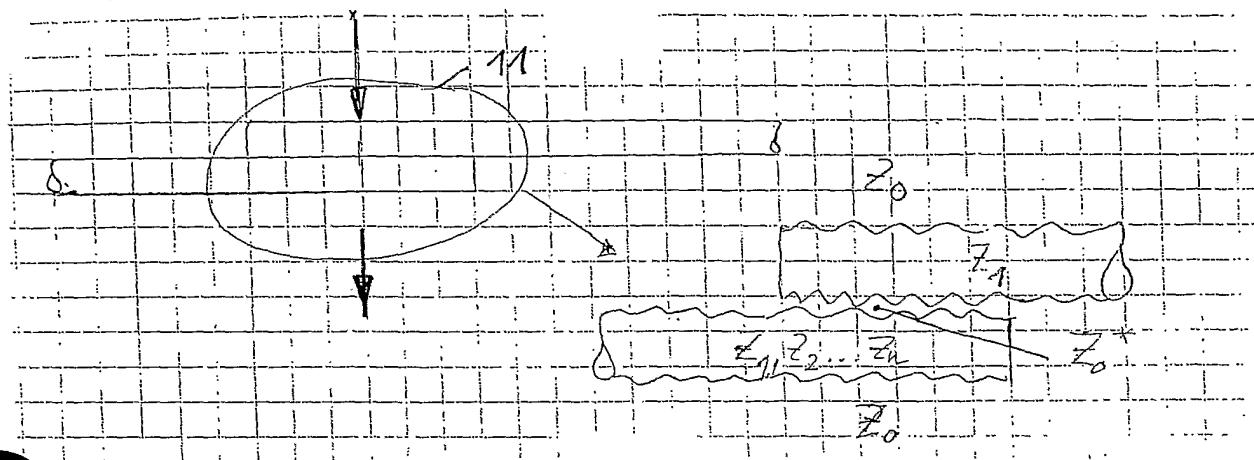


Fig. 5b

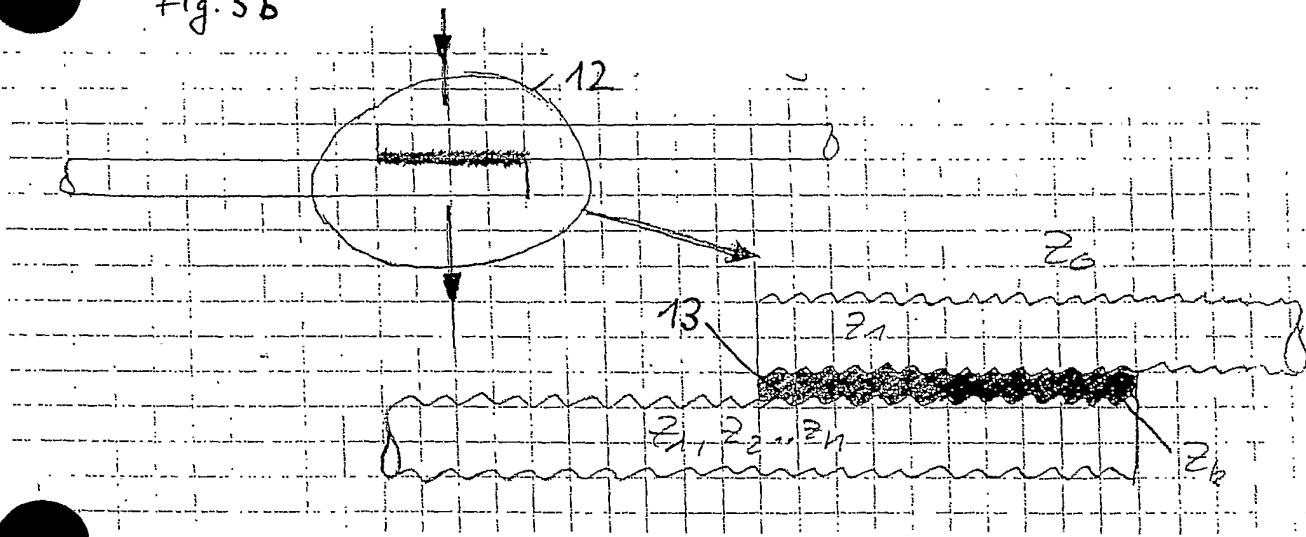
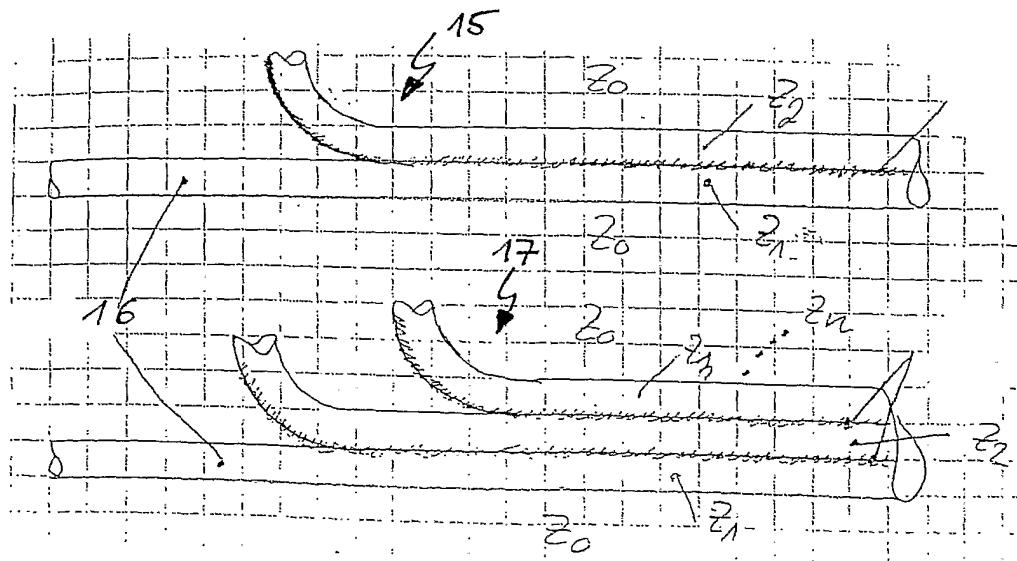


Fig. 5c



11/18

Fig. 6

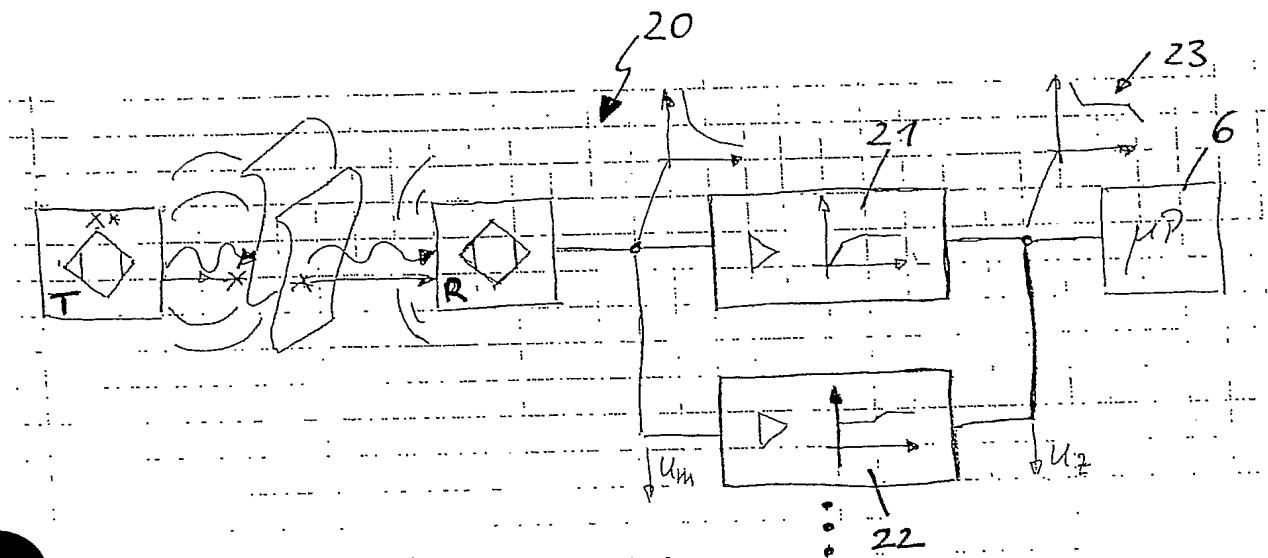
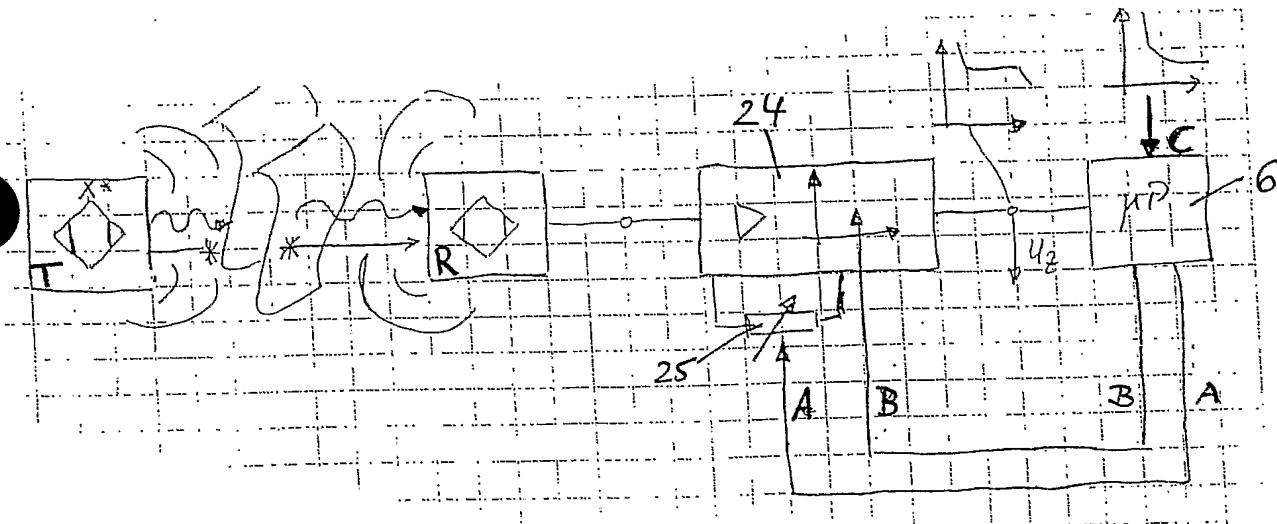


Fig. 7



12/18

Fig. 8

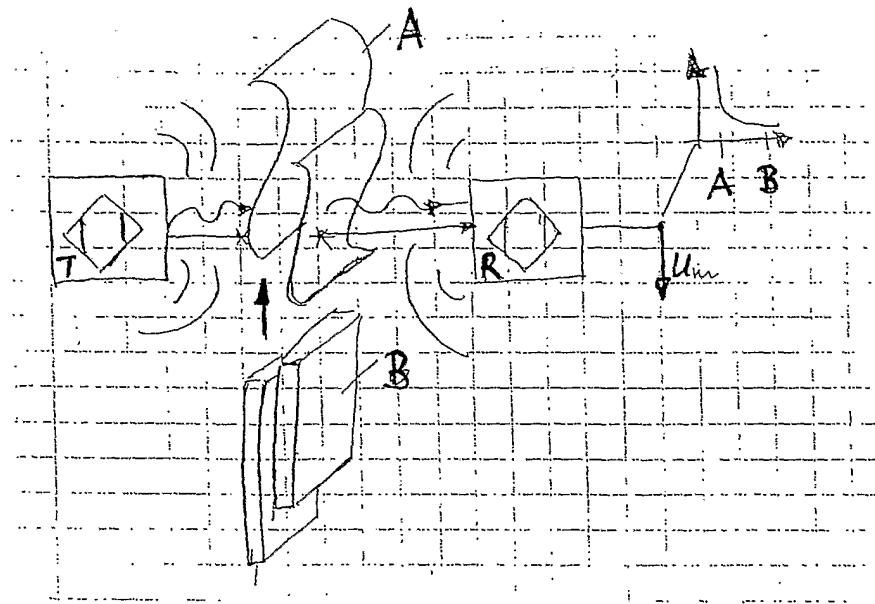
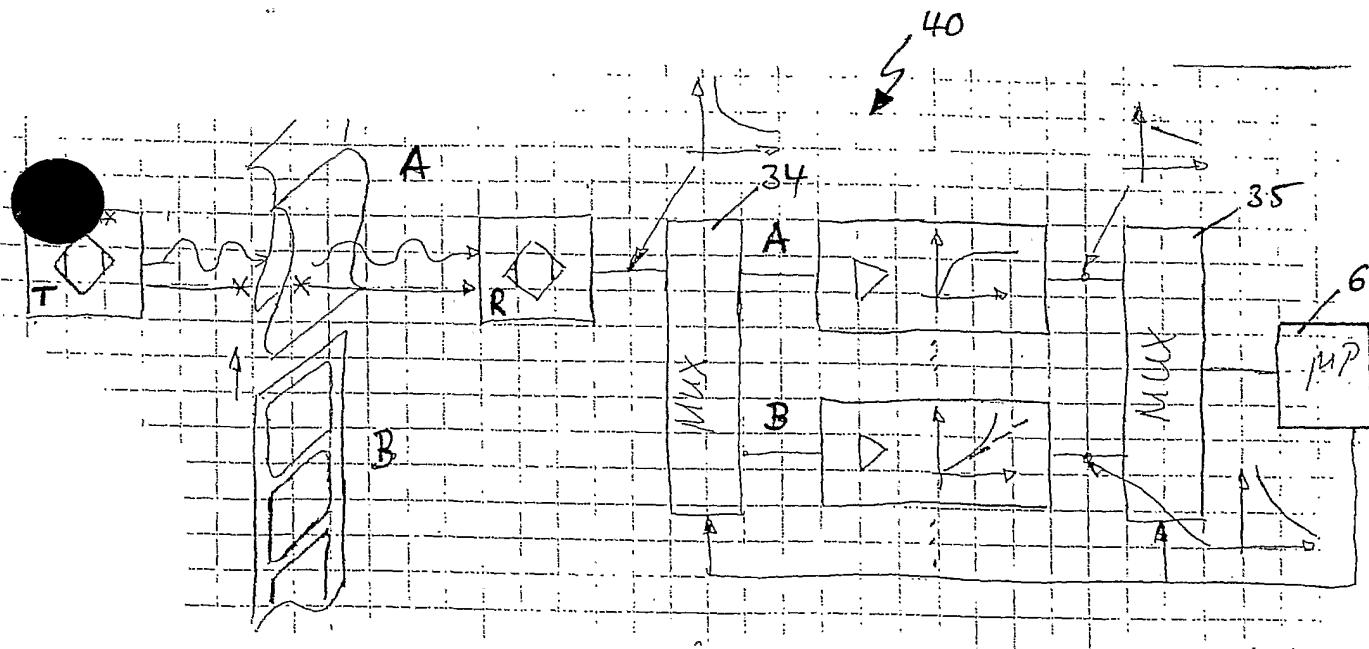
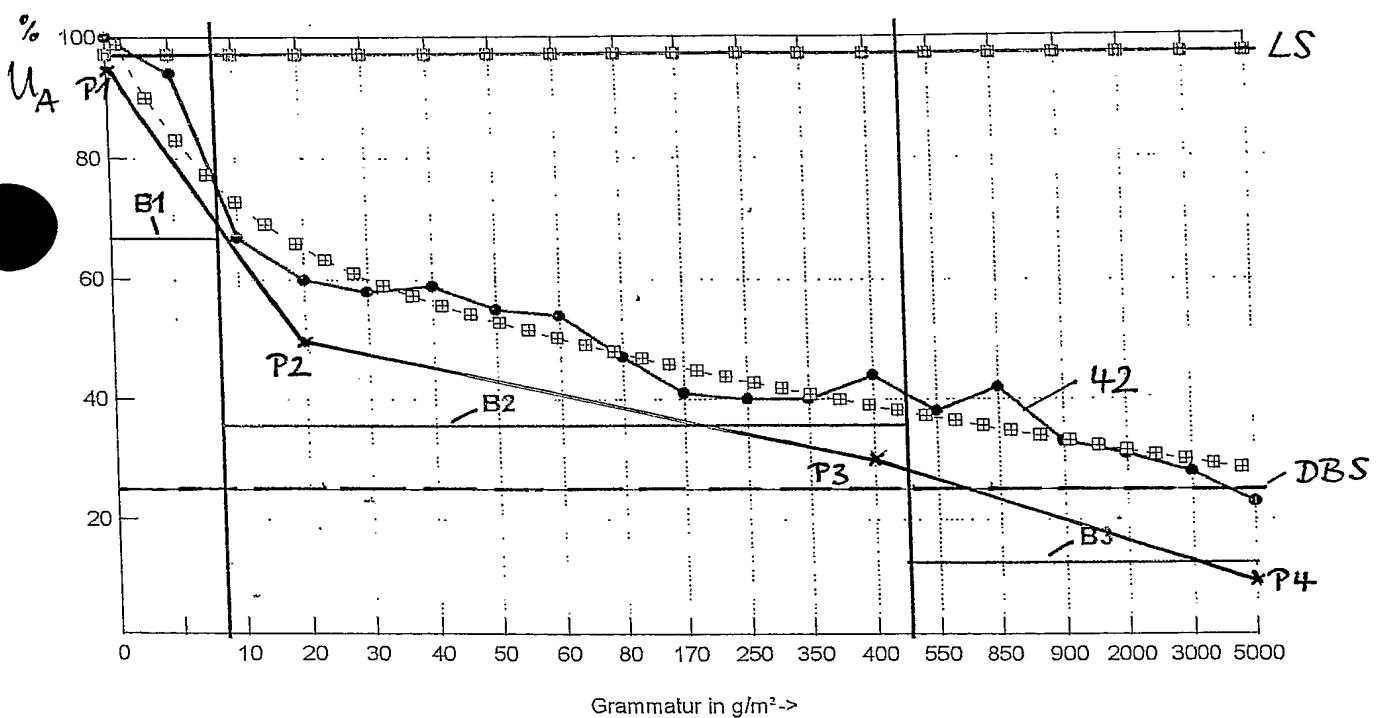


Fig. 9



13/18

Fig. 10



14/18

Fig. 11

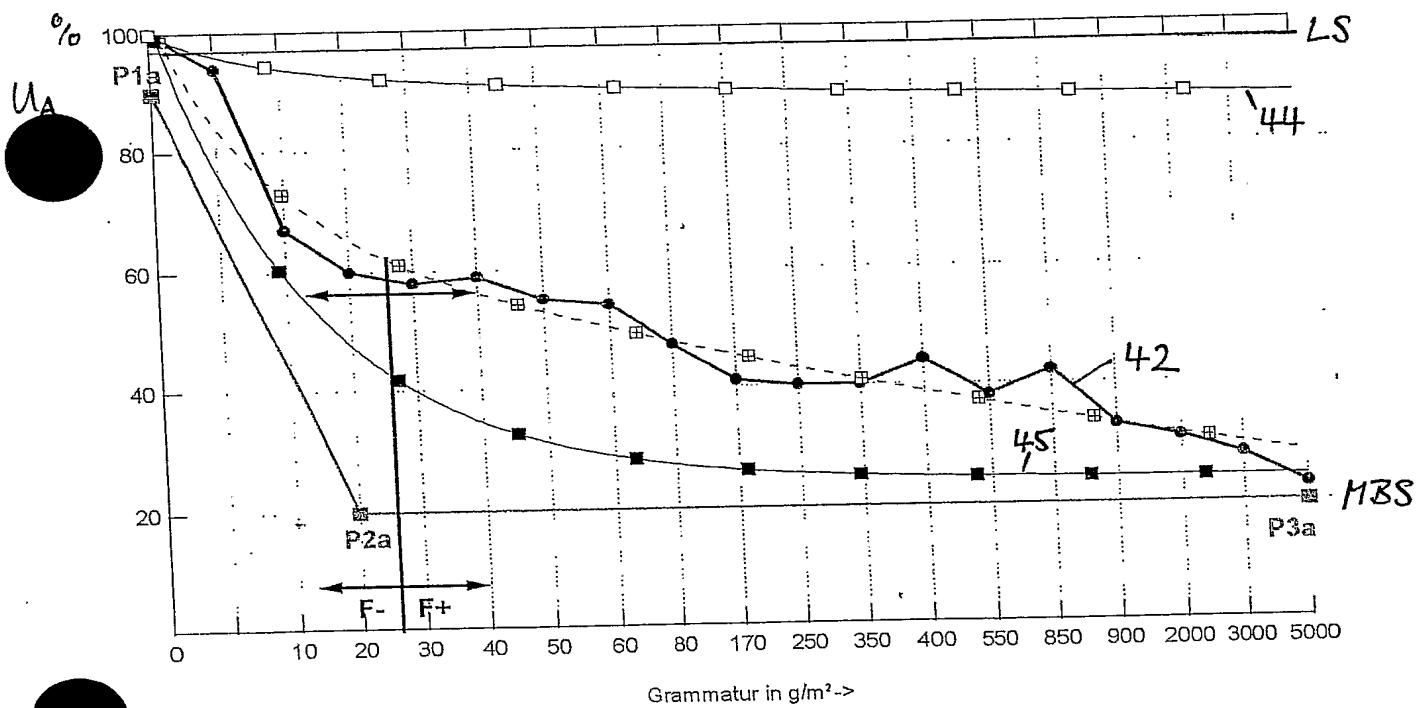


Fig. 12a

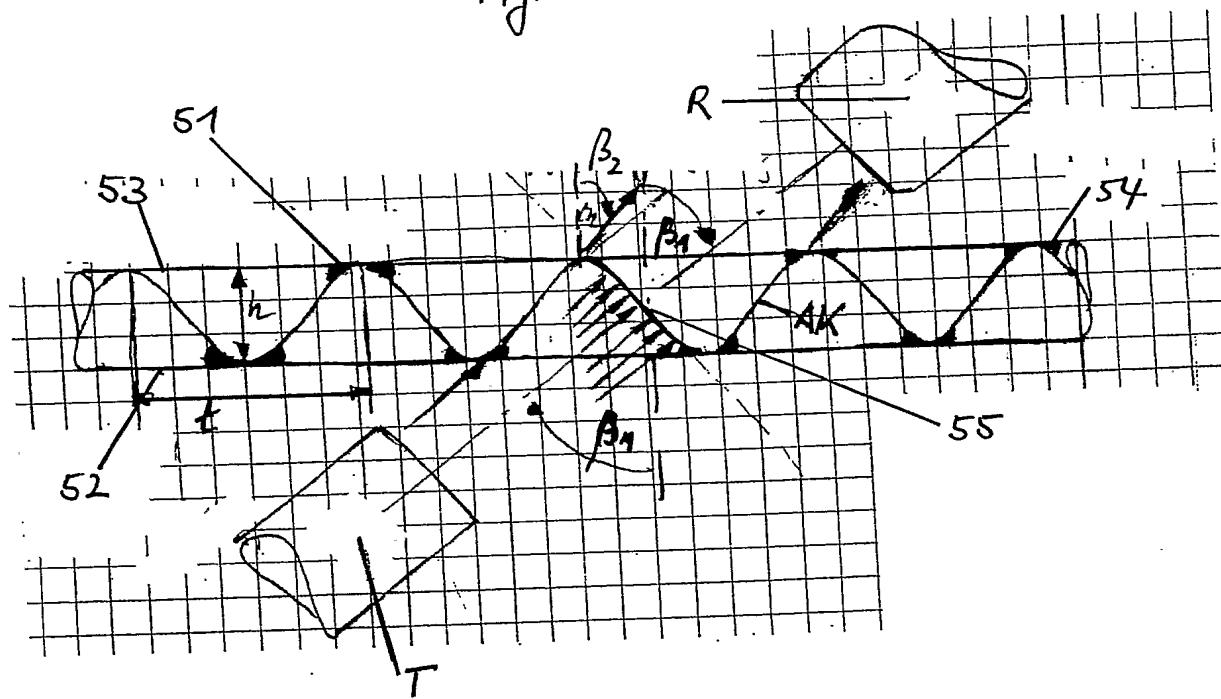
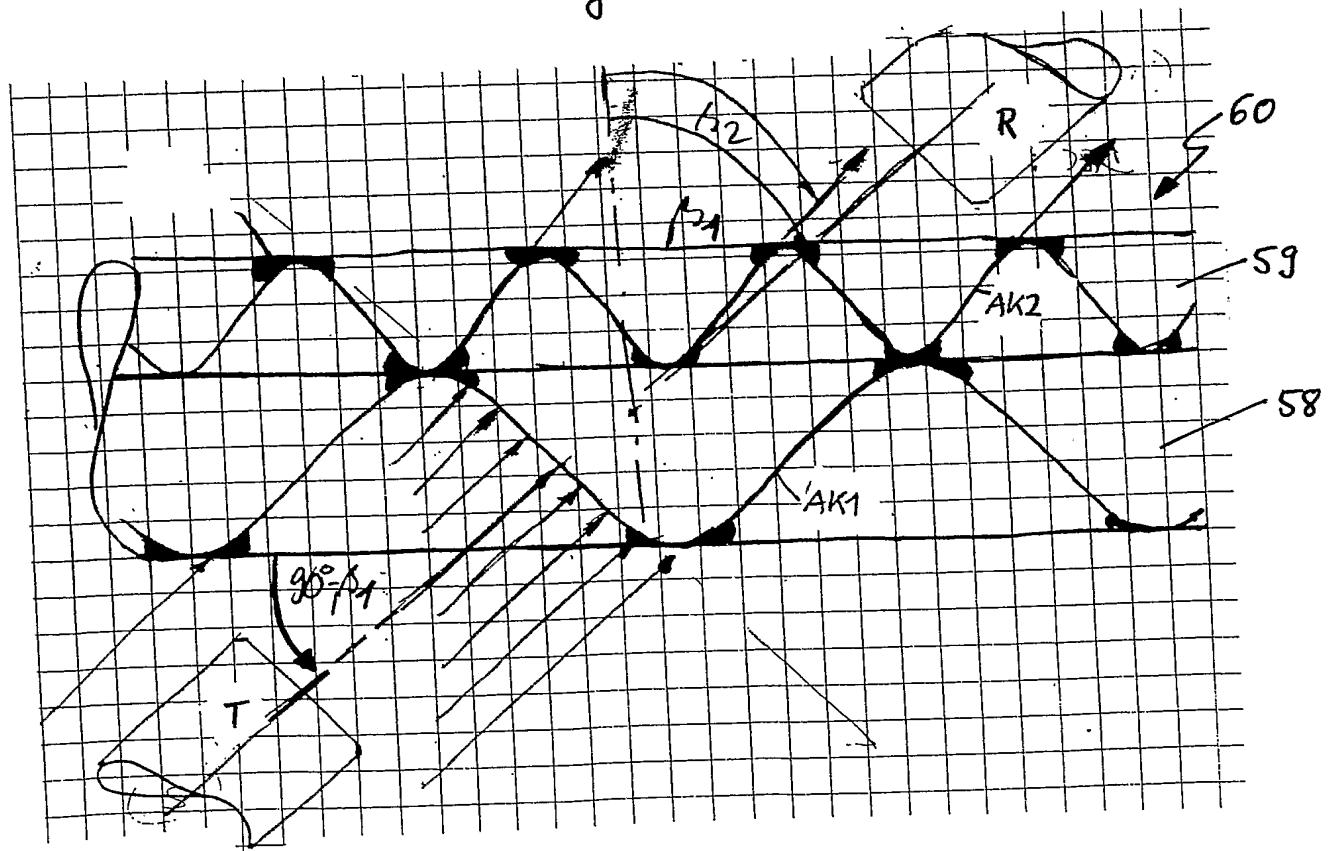
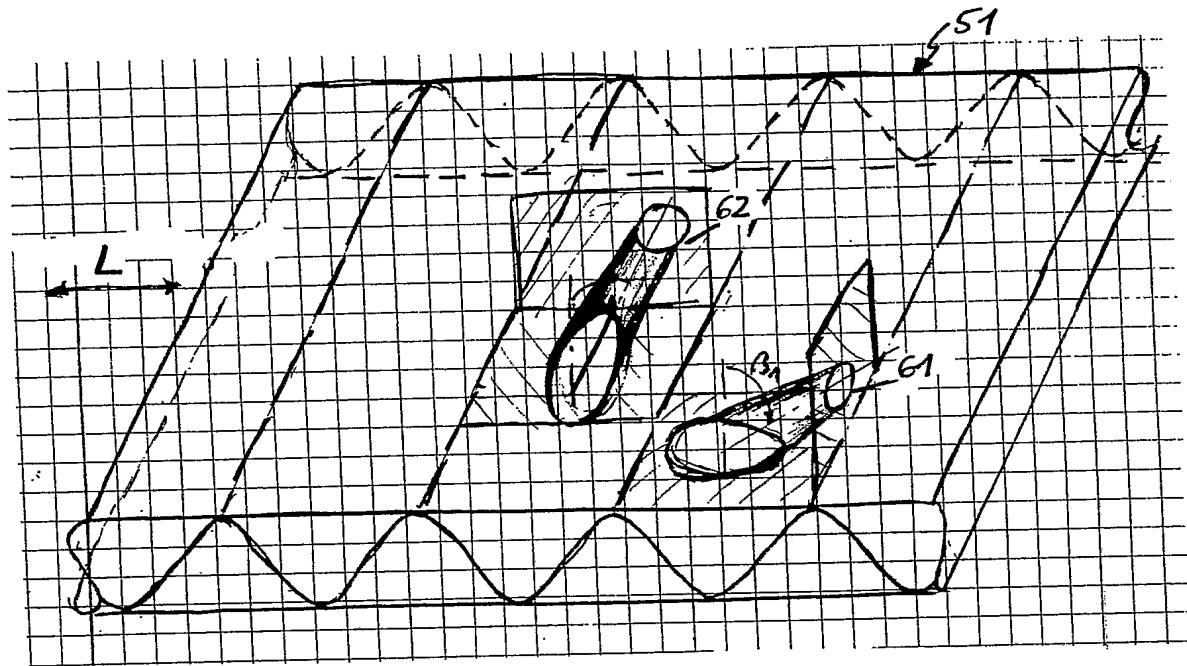


Fig 12b



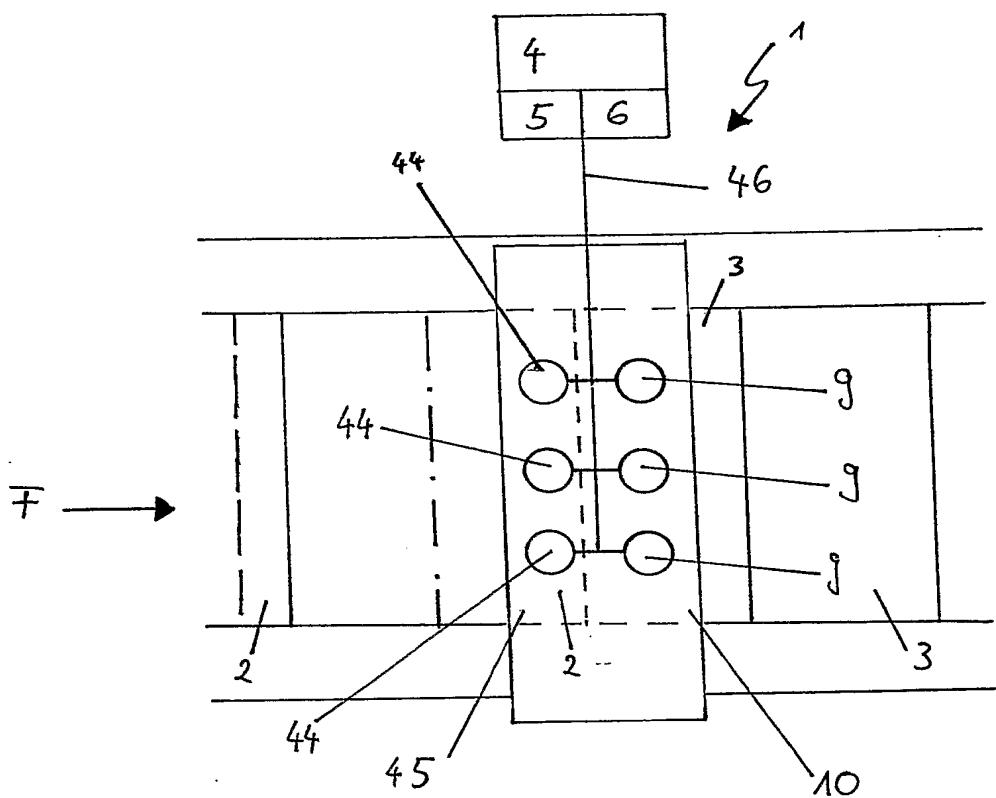
16/18

Fig 12c



17/18

Fig. 13



18/18

Fig. 14

